

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO PASSOS

A COMPLEXA RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO, POBREZA, DESIGUALDADE E  
VIOLÊNCIA: UMA MODELAGEM BASEADA EM AGENTE

CURITIBA PR

2020

DANILO PASSOS

A COMPLEXA RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO, POBREZA, DESIGUALDADE E  
VIOLÊNCIA: UMA MODELAGEM BASEADA EM AGENTE

Trabalho apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Econômico, no Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. João Basílio Pereima Neto.

CURITIBA PR

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
APLICADAS – SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)  
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB 9/1921

Passos, Danilo

A complexa relação entre crescimento, pobreza, desigualdade e  
violência: uma modelagem baseada em agente / Danilo Passos. – 2020.  
106 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Programa  
de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, do Setor de Ciências  
Sociais Aplicadas.

Orientador: João Basílio Pereima Neto.

Defesa: Curitiba, 2020.

1. Desenvolvimento econômico. 2. Pobreza. 3. Igualdade.  
4. Criminalidade. I. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências  
Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento  
Econômico. II. Pereima Neto, João Basílio. III. Título.

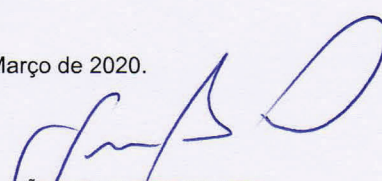
CDD 338.9

## TERMO DE APROVAÇÃO

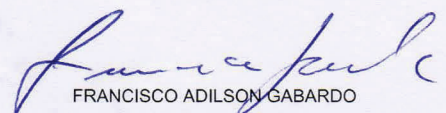
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DANILO PASSOS**, intitulada: **A COMPLEXA RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO, POBREZA, DESIGUALDADE E VIOLÊNCIA: UMA MODELAGEM BASEADA EM AGENTE**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO BASILIO PEREIRA NETO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 03 de Março de 2020.



JOÃO BASILIO PEREIRA NETO  
Presidente da Banca Examinadora



FRANCISCO ADILSON GABARDO  
Avaliador Interno Pós-Doc (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



JOSÉ WLADIMIR FREITAS DA FONSECA  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

*“Qualquer um pode julgar um crime  
tão bem quanto eu, mas o que eu  
quero é corrigir os motivos que le-  
varam esse crime a ser cometido”  
(Confúcio, 551 a.C. - 479 a.C.)*

*“O espírito da época é a favor da  
igualdade, embora a prática a ne-  
gue em quase todos os lugares”  
(Jawaharlal Nehru, 1961)*



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sempre proporcionado esperança, força e condições para que meus objetivos fossem atingidos.

À minha família, em especial aos meus pais, Sirlei e Euripedes, e à minha irmã, Kátya, por todo amor e apoio que sempre recebi. Aos meus pais, pelos grandes ensinamentos, pelo suporte em todas as áreas, e também por terem feito de tudo, através de seu trabalho honesto e árduo, para que seus filhos tivessem uma vida com todas as oportunidades que eventualmente não tiveram. À minha irmã, bióloga e primeira doutora da família, agradeço pelo carinho, cuidado, alegria contagiante e por ser um exemplo de estudante, que sem dúvidas foi influência para toda a admiração que tenho hoje pelos cientistas.

À centenária Universidade Federal do Paraná, orgulho dos paranaenses, e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico pela organização e esforço em manter o bem-estar dos estudantes e apoio a todos os acadêmicos.

Ao Ministério da Educação do Brasil e à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela disponibilização de recursos e meios indispensáveis à conclusão desta pós-graduação e também a todos os cientistas brasileiros, que, unidos, combatem incansavelmente os diversos ataques dirigidos aos órgãos de fomento à pesquisa no país e impedem que grandes retrocessos ocorram.

Ao corpo de docentes, sobretudo meu orientador João Basilio Pereima Neto, pela sua bondade (não apenas como professor, mas também como ser humano), positividade, irrestrito compartilhamento de seus notáveis conhecimentos, esforço pela manutenção da qualidade do ensino público e louvável paciência para que este trabalho de dissertação se tornasse realidade.

Aos amigos que tive a oportunidade de conhecer durante o mestrado, em especial à minha amiga Aline, pelo carinho, pelos risos mesmo durante momentos complicados, por tornar todas as confraternizações muito especiais e também por ter sido fundamental para que eu tivesse oportunidade e empenho em ingressar no doutorado.

## RESUMO

Este trabalho de dissertação analisa a dinâmica existente entre criminalidade (sobretudo a criminalidade violenta), desigualdade, pobreza e crescimento econômico em contexto urbano, por meio de simulação multiagente. Através da fusão de elementos provenientes da hipótese psicológica de frustração-agressão, da teoria do comportamento racional maximizador, e também dos conceitos de desigualdade percebida e riqueza relativa, desenvolveu-se uma cidade fictícia sem governo central contendo grupos de instituições e de agentes que se relacionam através de regras comportamentais pré-estabelecidas. Os dois experimentos de simulação realizados ofereceram resultados distintos. No primeiro caso, da simulação base, a eficiência policial em conter o avanço dos crimes contra a pessoa foi inferior à verificada para roubos residenciais. Além disso, sistemas de segurança residenciais mostraram-se bastante efetivos para a dissuasão criminosa. Já no segundo experimento, a alteração do raio de ação dos agentes se mostrou significativa para que ocorressem mudanças no número de roubos por hora e também no número de casas roubadas. Adicionalmente, houve evidências de que tecnologias de monitoramento remoto podem ser mais eficientes do que policiamento aleatório em locais públicos.

**Palavras-chave:** *Agent-based modelling*. Criminalidade. Violência. Desigualdade. Pobreza. Crescimento econômico. Frustração. Desigualdade percebida. Riqueza relativa.

## ABSTRACT

This dissertation analyzes the dynamics that exist among crime (especially violent crime), inequality, poverty and economic growth in an urban context, through multi-agent simulation. Through the fusion of elements from the psychological frustration-aggression hypothesis, from the theory of rational maximizing behavior, and also from the concepts of perceived inequality and relative wealth, a fictitious city without central government was developed, containing groups of institutions and agents, which relate through pre-established behavioral rules. The two simulation experiments offered different results. In the first case, from the base simulation, police efficiency in containing the advance of crimes against the person was lower than the one found regarding home burglaries. In addition, residential security systems have proven to be quite effective for criminal deterrence. In the case of the second experiment, the change in the radius of action of the agents proved to be significant so that changes in the number of thefts per hour and also in the number of stolen houses. Also, there was evidence that remote monitoring technologies may be more efficient than random policing in public places.

**Keywords:** Agent-based modelling. Crime. Violence. Inequality. Poverty. Economic growth. Frustration. Perceived inequality. Relative wealth.



## LISTA DE FIGURAS

3.1	Pobreza multidimensional em porcentagem da população no ano de 2014. . .	32
3.2	Taxa de homicídios por 100 mil habitantes em 2017. . . . .	33
3.3	Porcentagem da renda do país pertencente aos 10% mais ricos em 2015. . .	34
5.1	Delimitação regional por classe social. . . . .	53
5.2	Ambiente de simulação. . . . .	54
5.3	Função de <i>learning-by-doing</i> para roubos de residências. . . . .	65
5.4	Função de <i>learning-by-doing</i> para roubos contra pessoas. . . . .	66
6.1	Nº de roubos por hora (E1). . . . .	73
6.2	Nº de casas roubadas (E1) . . . . .	73
6.3	Crimes diários (E1) . . . . .	73
6.4	Eficiência policial (E1) . . . . .	73
6.5	Nº de roubos por hora (E2). . . . .	75
6.6	Nº de casas roubadas (E2) . . . . .	75
6.7	Crimes diários (E2) . . . . .	75
6.8	Eficiência policial (E2) . . . . .	75

## LISTA DE TABELAS

3.1	Taxa de homicídios por 100 mil habitantes em 2017. . . . .	33
3.2	Concentração de renda entre países latino-americanos em 2015. . . . .	35
3.3	Pesquisa bibliométrica por palavras-chave. . . . .	37
3.4	Principais trabalhos relacionando desigualdade, pobreza e criminalidade. . .	41
5.1	Identificação visual dos componentes do modelo. . . . .	55
5.2	Distribuição etária da população. . . . .	57
5.3	Distribuição inicial da população por função. . . . .	58
5.4	Dinâmica temporal dos agentes do modelo. . . . .	60
6.1	Parâmetros da Simulação Base. . . . .	71

## LISTA DE ACRÔNIMOS

ABM	<i>Agent-Based Model</i>
ACE	<i>Agent-Based Computational Economics</i>
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
BLS	<i>Bureau of Labor Statistics</i>
CPAG	<i>Child Poverty Action Group</i>
DEPECON	Departamento de Economia
DTO	<i>Drug Trafficking Organization</i>
EAPN	<i>European Anti-Poverty Network</i>
FBI	<i>Federal Bureau of Investigation</i>
GBD	<i>Global Burden of Disease</i>
GMM	<i>Generalized Method of Moments</i>
HALE	<i>Health Adjusted Life Expectancy</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHME	<i>Institute for Health Metrics and Evaluation</i>
IME	<i>Institute for Market Economics</i>
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
OPHI	<i>Oxford Poverty and Human Development Initiative</i>
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PPGDE	Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico
POP	<i>Problem-Oriented Policing</i>
MPI	<i>Multidimensional Poverty Index</i>
NIJ	<i>National Institute of Justice</i>
OXFAM	<i>Oxford Committee for Famine Relief</i>
2SLS	<i>Two-Stage Least Squares</i>
SCSA	Setor de Ciências Sociais Aplicadas
SNSP	<i>Sistema Nacional de Seguridad Pública</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UFPR	Universidade Federal do Paraná
WBG	<i>World Bank Group</i>
WIR	<i>World Inequality Report</i>
WPC	<i>World Poverty Clock</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Criminalidade, Desigualdade e Pobreza na Teoria Econômica . . .</b>	<b>15</b>
2.1	A relação entre pobreza e desigualdade . . . . .	16
2.2	A relação entre criminalidade e pobreza . . . . .	19
2.3	A relação entre criminalidade e desigualdade . . . . .	20
2.4	Economia do crime e principais abordagens teóricas da criminalidade . . . .	22
2.4.1	<i>Hipótese de frustração-agressão</i> . . . . .	23
2.4.2	<i>Teoria do comportamento racional maximizador</i> . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Criminalidade, Desigualdade e Pobreza na Literatura Empírica . .</b>	<b>31</b>
3.1	Trabalhos contemporâneos em números . . . . .	36
3.2	Principais resultados empíricos . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Criminalidade, Desigualdade e Pobreza em Simulações Multia-</b>	
	<b>gente . . . . .</b>	<b>46</b>
4.1	Definindo simulações multiagente . . . . .	46
4.2	Publicações relevantes em ABM . . . . .	49
<b>5</b>	<b>Descrição do Modelo Desenvolvido . . . . .</b>	<b>52</b>
5.1	Ambiente de simulação . . . . .	52
5.2	Características básicas dos agentes. . . . .	56
5.2.1	<i>Idade</i> . . . . .	56
5.2.2	<i>Função social</i> . . . . .	57
5.2.3	<i>Renda, riqueza e desigualdade</i> . . . . .	59
5.2.4	<i>Dinâmica temporal</i> . . . . .	59
5.2.5	<i>Tomada de decisões</i> . . . . .	61
5.3	Crescimento econômico . . . . .	61
5.4	Taxa de desemprego . . . . .	62
5.5	Roubo residencial e contra pessoas. . . . .	63
5.6	Dinâmica espacial de cada grupo de agentes . . . . .	66
<b>6</b>	<b>Simulações e Resultados . . . . .</b>	<b>70</b>
6.1	Experimento 1 - Simulação base - Testando 10 sementes aleatórias . . . . .	70
6.2	Experimento 2 - Alterando o raio de ação dos agentes. . . . .	74
<b>7</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>77</b>

	<b>Referências . . . . .</b>	<b>79</b>
.1	Apêndice A . . . . .	88

## 1 Introdução

Desigualdade, pobreza e criminalidade<sup>1</sup>, em suas diversas formas, estão entre os temas mais importantes na formulação de políticas econômicas e sociais que garantam crescimento econômico e simultaneamente o bem estar social. Essas questões estiveram quase sempre nos holofotes da comunidade internacional e foram alguns dos desígnios centrais na criação de instituições como o Banco Mundial e a Organização das Nações Unidas, na década de 1940.

No caso do Banco Mundial, constam atualmente em suas diretrizes dois objetivos a serem alcançados até 2030: (a) Acabar com a pobreza extrema, diminuindo a porcentagem de pessoas que vivem com menos de US\$ 1,90 por dia a não mais do que 3% e (b) Promover a prosperidade compartilhada estimulando o crescimento da renda dos 40% mais pobres de cada país. As Nações Unidas também possuem uma agenda para o desenvolvimento sustentável até 2030 e, dentre as 17 metas citadas pela organização, constam a erradicação da pobreza, redução das desigualdades e garantia da paz.

Na verdade, não é uma tradição teórica da ciência econômica tratar os três problemas sociais citados de maneira conjunta. Existem algumas considerações de comunicação entre eles, mas grande parte no âmbito empírico. De fato, a maioria das teorias existentes enfatiza uma relação possivelmente próxima entre desigualdade e pobreza, mas transferem o estudo da criminalidade a uma área particular, a economia do crime, que não apresentou uma característica de pluralidade ao longo do tempo (Passos e Sbicca, 2020). Há na teoria econômica, portanto, uma tendência a se priorizar o estudo de desigualdade e pobreza, sobretudo por meio de ferramentas econométricas.

O economista considerado pioneiro no estudo de desigualdade e pobreza trata-se do britânico Anthony Barnes Atkinson, que mostrou interesse nos temas ainda nos anos 1960. Uma das primeiras obras de Atkinson a ganhar destaque internacional e que ainda hoje possui um número bastante alto de citações anuais é o artigo *On the Measurement of Inequality*, que traz algumas críticas às métricas tradicionais da desigualdade. Além desta, outra importante e recente obra do autor trata-se do livro *Inequality: What Can Be Done?* (Atkinson, 2015). O texto apresenta uma série de proposições a serem adotadas com o objetivo de se reduzir a desigualdade. Dentre estas, estão incluídas novas ideias que vão além dos impostos sobre os ricos, como políticas ambiciosas em tecnologia, emprego, seguridade social, compartilhamento de capital e tributação. De acordo com o autor:

---

<sup>1</sup>Embora a criminalidade não necessariamente envolva uso de violência, este trabalho analisa fundamentalmente os crimes violentos, como roubos à mão armada e homicídios. A única exceção trata-se dos roubos a residências. Nesse caso, o emprego de violência depende, entre outros fatores, do grau de aversão ao risco do infrator, da presença do morador em sua casa no momento do roubo e também da decisão da vítima em reagir ou não ao ato criminoso.



Os males sociais, como o crime e a falta de saúde, são atribuídos à natureza altamente desigual das sociedades atuais. Estes fornecem uma razão instrumental para buscar alcançar níveis mais baixos de pobreza e desigualdade, assim como o medo de que extremos de desigualdade sejam incompatíveis com uma democracia em funcionamento. E há aqueles que, como eu, acreditam que os níveis atuais de desigualdade econômica são intrinsecamente inconsistentes com a concepção de uma boa sociedade (Atkinson, 2015, p. 301, tradução nossa).

Hoje, décadas depois das primeiras contribuições de Atkinson, embora existam algumas teorias com influência sobressalente, principalmente ligadas à economia clássica, ainda há discordância entre os economistas a respeito da melhor maneira de se medir e analisar a desigualdade e a pobreza bem como observar suas interações para com o crescimento econômico. Quando se refere ao estudo do crime, a situação observada é bastante semelhante em diversos aspectos, especialmente após o ganho de representatividade dos fundamentos psicológicos trazidos pela economia comportamental.

Embora na primeira metade do século XX o estudo da criminalidade tenha sido fundamentalmente realizado pelas áreas de psicologia e sociologia, os anos subsequentes mostraram uma expansão da economia na tentativa de explicar esse fenômeno social. A investigação econômica sobre a criminalidade, uma estrutura de análise do crime diferenciada, “surge no final da década de 1960 nos Estados Unidos com Fleisher (1963, 1966), Smigel-Leibowitz (1965) e Ehrlich (1967)” (Passos e Sbicca, 2020). Apesar desses importantes trabalhos pioneiros, porém, o ganho de representatividade da economia do crime como uma extensão da teoria econômica se deu com o trabalho de Becker (1968). A partir de um robusto modelo teórico de explicação do comportamento criminoso, Becker (1968) considera infratores como indivíduos racionais que comparam o benefício de violar a lei com o possível custo (relacionado à probabilidade de ser punido e também à gravidade dessa punição).

Apesar dos desafios e restrições metodológicas enfrentados pelos estudiosos de problemas sociais e seus impactos econômicos, a ascensão de novas alternativas de análise tem gerado trabalhos cada vez mais robustos. Destaca-se entre essas novas alternativas a crescentemente popular economia da complexidade, que surgiu nos Estados Unidos no final dos anos 1980 e possui hoje importantes grupos de estudos na Europa e na América do Norte<sup>2</sup>. Esse ramo da ciência econômica:

[...] sustenta que a economia não está necessariamente em equilíbrio, que tanto a computação quanto a matemática são úteis na economia, que retornos crescentes e decrescentes podem estar presentes em uma situação econômica e que a economia não é algo dado e existente, mas formada por um conjunto de instituições, arranjos e inovações tecnológicas em constante desenvolvimento (Arthur, 2013, p.1, tradução nossa).

---

<sup>2</sup>Destaca-se entre estes o Instituto Santa Fe, sediado no estado do Novo México, Estados Unidos. Fundada em 1984, essa instituição sem fins lucrativos foi a primeira dedicada ao estudo de sistemas adaptativos complexos.

Esta vertente considera a economia, portanto, não como simples e imutável, mas um sistema complexo<sup>3</sup> em evolução permanente. Uma das principais contribuições da economia da complexidade tem sido superar algumas das limitações que teorias tradicionais têm encontrado, sobretudo pela falta de atenção dada à adaptabilidade e à natureza evolucionária dos agentes econômicos. Isso acontece, principalmente, porque nos sistemas complexos existe um equilíbrio adaptativo entre forças que agem em direção à ordem e aquelas que agem em direção à desordem. No caso dos sistemas econômicos, esses fatores geram novidade e possibilitam a detecção dos processos que orientam a sua evolução.

O presente trabalho de dissertação está dividido em 5 capítulos, além da conclusão e de um apêndice. O capítulo 1 demonstra como a literatura econômica tratou dos problemas de criminalidade, desigualdade e pobreza ao longo das últimas décadas, destacando principais autores e suas respectivas linhas de pensamento a respeito de cada um dos temas. No capítulo 2, a ênfase é dada aos dados estatísticos e resultados empíricos de trabalhos que envolvem os problemas de criminalidade, desigualdade e pobreza, abrangendo uma pesquisa bibliométrica que sintetiza o caminho tomado por essa literatura. O capítulo 3, por conseguinte, é voltado à apresentação das definições e conceitos relacionados às simulações multiagente, bem como a exposição dos trabalhos mais robustos publicados recentemente. No capítulo 4 são realizadas todas as descrições referentes à dinâmica do modelo e dos agentes que o compõe, com o objetivo de tornar o leitor ciente de todas as dinâmicas visíveis ou invisíveis que ocorrem durante a simulação. Por fim, o capítulo 5 é reservado para a apresentação dos resultados das simulações após a manipulação dos parâmetros de interesse.

---

<sup>3</sup>Um sistema complexo trata-se de “um sistema no qual grandes redes de componentes, sem controle central e com regras simples de operação dão origem a comportamentos coletivos complexos, sofisticados processamentos de informação e adaptação através de aprendizagem ou evolução” (Mitchell, 2009, p. 13, tradução nossa). Entre os principais sistemas analisados por pesquisadores estão economias, colônias de insetos, cérebros, células e sistemas imunitários. As economias, por exemplo, são sistemas complexos onde os componentes consistem de pessoas, firmas etc.

## 2 Criminalidade, Desigualdade e Pobreza na Teoria Econômica

O estudo econômico de problemas sociais é quase tão antigo quanto a própria concepção de economia como ciência. Não obstante, é bastante incomum encontrar na ciência econômica temas relacionados ao bem estar social que não gerem divergências entre os pesquisadores. Essa incongruência teórica não se atém apenas à economia, mas às ciências sociais como um todo, ao se depararem com assuntos de tão profunda complexidade analítica.

Na verdade, a maneira como cada uma das ciências analisa os problemas sociais pode diferir substancialmente. Com o decorrer do tempo, inclusive, algumas áreas de estudo podem obter mais ou menos prestígio sobre determinados temas. No caso da criminalidade, por exemplo, essa influência esteve restrita, pelo menos até os anos 1950, à sociologia, psicologia e à própria criminologia, até que na década de 1960 a economia passou a ganhar um espaço mais significativo.

É possível que o termo “problemas sociais” soe demasiadamente genérico em um primeiro momento. Porém, já na década de 1940 eram publicados trabalhos que tentassem entendê-los e diagnosticá-los. [Merrill \(1948\)](#), por exemplo, afirma que

Um problema social é uma situação que se acredita ser uma ameaça a um valor social estabelecido e considerada capaz de ser melhorada ou eliminada por uma ação social apropriada. Um problema social possui os seguintes elementos: (a) uma situação capaz de se medir; (b) um valor que se acredita ameaçar; (c) a percepção de que a situação e o valor podem (teoricamente) ser reconciliados pela ação do grupo [...] Problemas sociais são produtos de uma sociedade dinâmica, na qual o comportamento muda mais rapidamente do que os valores que o definem. As sociedades que exibem uma disparidade consistente entre comportamento e valores pelos quais são definidas estão em um estado de desorganização social (relativa). Problemas sociais e desorganização social são, portanto, formas complementares de descrever a mesma coisa. ([Merrill, 1948](#), p. 251, tradução nossa).

De fato, a própria ênfase dada pela sociedade a cada um dos problemas sociais pode mudar ao longo das décadas. Como mostram [Allison e Wrightsman \(1993\)](#), a atenção dada ao estupro e à agressão sexual nos Estados Unidos antes e depois da década de 1970 mudou de maneira radical. Embora os homens às vezes fossem condenados por estupro e agressão sexual, essa forma de violência era ignorada pelos formuladores de políticas públicas e pela mídia. Quando o movimento de mulheres exigindo igualdade de direitos ganhou força no final da década de 1970, porém, o estupro e a agressão sexual entraram na consciência pública e as opiniões sobre esses crimes mudaram. Em suma, a violência sexual contra mulheres se tornou um problema social.

O que se observa atualmente, considerando a maior parte dos problemas sociais existentes, é uma ênfase dada à criminalidade, à desigualdade e também à pobreza. Embora, como será visto posteriormente, a rejeição da sociedade a cada um desses problemas possa

diferir, esse destaque pode ser explicado pelo poder multiplicador negativo que estes três problemas podem ter na sociedade como um todo. A maioria das entidades globais de fomento ao desenvolvimento econômico e social, inclusive, consideram esses três temas triviais na formulação de políticas de médio e longo prazos.

As seções seguintes serão apresentadas com o objetivo de esclarecer quais são as principais teorias e formas de análise utilizadas na economia para tratar os problemas sociais em questão, tanto individualmente quanto conjuntamente. No caso da criminalidade, que possui teorias relativamente bem estabelecidas para sua tratativa, serão explanadas as duas principais abordagens, psicológica e econômica, utilizadas na literatura internacional.

## 2.1 A relação entre pobreza e desigualdade

A cientificamente mais documentada relação entre problemas sociais no âmbito da economia trata-se da existente entre pobreza e desigualdade. Isso acontece, entre outros motivos, pelo fato de ambas envolverem, direta ou indiretamente, distorções de caráter pecuniário. Essa relativa proximidade entre as duas é o que torna o estudo conjunto de pobreza e desigualdade, inclusive, relativamente menos polêmico na economia do que o ocorrido em outras ciências<sup>1</sup>.

Segundo Beteille (2003), se vistos de uma perspectiva histórica, a pobreza e a desigualdade sofreram certas modificações importantes como resultado de mudanças econômicas e políticas nos últimos 200 anos e essas mudanças aconteceram em muitos países. Apesar dessas alterações, o que se observa atualmente, sobretudo em regiões como Ásia, África e América Latina é uma persistência (em meio a avanços esporádicos) de pobreza e/ou desigualdade no cotidiano da população<sup>2</sup>.

De acordo com dados do WPC (2019)<sup>3</sup> existem atualmente mais de 580 milhões de pessoas em situação de extrema pobreza em todo o mundo (cerca de 8% da população). Se observados em nível de países, os dados se mostram ainda mais preocupantes; a

<sup>1</sup>“Embora a pobreza e a desigualdade estejam intimamente ligadas no contexto do desenvolvimento econômico e do bem-estar social, a desigualdade também tem sido um assunto independente de estudo em sociologia, onde ocupou um lugar de destaque” (Beteille, 2003, p. 4460, tradução nossa).

<sup>2</sup>Deve-se ressaltar que pobreza e desigualdade não estão restritos a países em desenvolvimento. Os Estados Unidos, que são a economia mais rica do planeta, atingiram em 2018 o maior nível de desigualdade econômica em 50 anos (desde o início da série histórica registrada pelo *Census Bureau*). Quando os dados começaram a ser registrados, em 1967, o índice de Gini estadunidense era de 0,397; em 2018, esse valor já chegava a 0,485 (Telford, 2019, online, tradução nossa). “A trajetória de desigualdade de renda observada nos Estados Unidos deve-se, em grande parte, a enormes desigualdades educacionais, combinadas com um sistema tributário que cresceu menos progressivamente, apesar de um aumento nas principais remunerações trabalhistas desde os anos 80 e nos rendimentos de capital nos anos 2000 (WIR, 2019, p. 6, tradução nossa)”.

<sup>3</sup>O “Relógio Mundial da Pobreza” é uma ferramenta fornecida pela ONG austríaca de análise de dados *World Data Lab*. Sediado em Viena, o projeto recebe financiamento do *Federal Ministry for Economic Cooperation and Development* da Alemanha. O *World Poverty Clock* mostra o número de pessoas vivendo na extrema pobreza ao redor do mundo e projeta em tempo real quantas pessoas escapam ou adentram à pobreza.

Nigéria, por exemplo, um dos países mais populosos do mundo, tem quase 50% de seus habitantes vivendo em extrema pobreza, segundo dados dessa mesma instituição. Quanto à desigualdade, o [WIR \(2019, p. 5, tradução nossa\)](#) afirma que “nas últimas décadas, a desigualdade de renda aumentou em quase todos os países, mas em velocidades diferentes, sugerindo que instituições e políticas são importantes para moldar a desigualdade”. A instituição afirma que desde 1980, a desigualdade de renda aumentou rapidamente na América do Norte, China, Índia e Rússia, mas cresceu moderadamente na Europa. Os dados mais recentes disponíveis mostram que em 2016, a parcela da renda nacional detida pelos 10% mais ricos de cada território foi de 37% na Europa, 41% na China, 46% na Rússia, 47% em EUA-Canadá e cerca de 55% em África Subsaariana, Brasil e Índia.

Na verdade, a mensuração desses dois problemas sociais se mostra particularmente complexa pelo fato de ambos poderem ser analisados por diferentes índices ou metodologias. No caso da pobreza, o conceito de Índice de Pobreza Multidimensional<sup>4</sup> tem sido considerado uma das métricas mais realistas disponíveis, justamente pelo fato de não levar em conta apenas restrições econômicas. Quando se refere à desigualdade, a dificuldade observada também se mostra relevante, isso porque frequentemente as medidas estatísticas da desigualdade de renda “[...] são indicadores sintéticos — como o índice de Gini — que misturam coisas muito diferentes, em especial a desigualdade do trabalho e do capital, de modo que é impossível separar claramente os diferentes mecanismos e as inúmeras dimensões da desigualdade” ([Piketty, 2014, p. 313](#)). Apesar disso, o índice de Gini continua sendo a principal métrica de desigualdade usada no mundo<sup>5</sup>.

De acordo com a Rede Europeia de Luta Contra a Pobreza (EAPN), criada em 1990 e uma das maiores organizações do continente europeu no combate à pobreza e à exclusão social, existem alguns fatores considerados chave para que determinada pessoa esteja em risco ou propensa a estar na pobreza:

---

<sup>4</sup>De acordo com as Nações Unidas, o Índice de Pobreza Multidimensional (MPI) considera três fatores centrais em sua estrutura: saúde (nutrição e mortalidade infantil), educação (anos de escolaridade e frequência escolar) e padrão de vida (combustível de cozinha, saneamento, água potável, eletricidade, habitação e bens materiais).

<sup>5</sup>O Índice de Gini é uma ferramenta que analisa “[...] como a distribuição de renda em uma sociedade se compara a uma sociedade semelhante na qual todos ganham exatamente a mesma quantia. A desigualdade na escala de Gini é medida entre 0, onde todos têm a mesma renda, e 1, onde toda a renda do país é obtida por uma única pessoa. [ O italiano Corrado Gini [...] desenvolveu seu coeficiente em 1912 com base no trabalho do economista americano Max Lorenz, que publicou uma maneira hipotética de representar a igualdade total - uma linha diagonal reta em um gráfico - em 1905. A diferença entre essa linha hipotética e a linha real produzida pela renda das pessoas é a proporção de Gini” ([Stokel-Walker, 2015, online, tradução nossa](#)).

(a) desemprego ou emprego de baixa qualidade (isto é, mal remunerado ou precário), pois isso limita o acesso a uma renda decente e corta as pessoas das redes sociais; (b) baixos níveis de educação e habilidades, porque isso limita a capacidade das pessoas de acessar empregos decentes para se desenvolverem e participarem plenamente da sociedade; (c) o tamanho e o tipo de família, isto é, famílias numerosas e famílias monoparentais tendem a estar em maior risco de pobreza, porque têm custos mais altos, rendas mais baixas e mais dificuldade em obter um emprego bem remunerado; (d) gênero - as mulheres geralmente têm maior risco de pobreza do que os homens, pois são menos propensas a ter um emprego remunerado, tendem a ter pensões mais baixas, estão mais envolvidas em responsabilidades de cuidar não remuneradas e, quando estão no trabalho, recebem frequentemente menos, pelo mesmo trabalho; (e) deficiência ou problemas de saúde, porque isso limita a capacidade de acessar o emprego e também leva ao aumento dos custos diários; (f) ser membro de grupos étnicos minoritários, como os ciganos e os imigrantes/migrantes sem documentos, uma vez que sofrem particularmente de discriminação e racismo e, portanto, têm menos chance de acessar o emprego, muitas vezes são forçados a viver em ambientes físicos piores e a ter menos acesso a serviços essenciais; (g) viver em uma comunidade remota ou muito desfavorecida, onde o acesso aos serviços é pior (EAPN, 2019, *online*, tradução nossa).

Essas características, embora possam variar entre estudos ou até mesmo regiões estudadas (como mostram IME (2019) e CPAG (2019)) evidenciam algumas das problemáticas envolvidas na mensuração e no combate à pobreza, que, conjuntamente à desigualdade, não podem ser vistas de maneira simplista ou homogênea nem mesmo dentro de determinado território<sup>6</sup>.

Na verdade, não são apenas as características intrínsecas à pobreza e à desigualdade que as tornam grandes desafios. A maneira como cada uma delas é interpretada socialmente também contribui com esse aspecto. Isso porque

[...] pessoas, mesmo que não gostem da desigualdade e da pobreza, apoiam mais facilmente a primeira que a segunda. Isso ocorre porque as pessoas não reconhecem que igualdade significa o direito de ter acesso ao uso de um atributo, mas, como na pobreza há uma ausência do direito, elas não vêem sua defesa como relevante, apesar do fato de que, ao apoiar desigualdade a pobreza persiste (Herrera, 2017, p. 40, tradução nossa).

Diante dessa realidade, alguns autores afirmam que pobreza e desigualdade foram muitas vezes separadas conceitualmente na teoria e na prática, mas que não é possível ou útil fazer essas distinções. Naschold (2002), por exemplo, sugere que a desigualdade e a pobreza se afetam de maneira direta e indireta por meio do crescimento econômico e constata que existe uma relação dinâmica e triangular entre pobreza, distribuição de renda e crescimento econômico. Para Naschold (2002, p. 5, tradução nossa), “[...] pobreza

<sup>6</sup>Políticas sociais de grande abrangência, como por exemplo o Bolsa Família, instituído em 2003 e considerado um dos mais bem-sucedidos programas de transferência de renda do mundo, enfrentam problemas que vão além da delimitação da faixa de renda da população atendida. Isso acontece, por exemplo, porque “[...] os pobres de áreas rurais, [...] se deparam com problemas diferentes daqueles enfrentados pelos pobres de áreas urbanas. Seu isolamento geográfico acentua muitos aspectos característicos da pobreza [...] Ao isolamento geográfico corresponde um isolamento político, social, cultural e muitas vezes até humano (Silva, 2014, p. 209).



e desigualdade estão intrinsecamente ligadas. A redução da pobreza - especialmente para os mais pobres - pode ser bastante aprimorada por meio de políticas de distribuição”.

## 2.2 A relação entre criminalidade e pobreza

Assim como observou-se no estudo conjunto de desigualdade e pobreza, a relação entre criminalidade e pobreza se mostra tanto quanto ou ainda mais polêmica, seja no campo da sociologia, economia, psicologia ou até mesmo criminologia. O fato de alguns autores defenderem que o envolvimento na criminalidade abarca problemas que vão além da simples escolha do indivíduo (como, por exemplo, a ausência de alternativas ou oportunidades) torna essa temática praticamente isenta de assentimento por parte de especialistas.

Apesar de controversa, não é recente a ligação teórica feita entre criminalidade e pobreza. Essa foi uma das primeiras associações realizadas por criminologistas, que conforme [Sutherland \(1940, p. 1, tradução nossa\)](#), possuíam teorias de que, uma vez que o crime está concentrado entre pessoas mais pobres “[...] é causado pela pobreza ou por características pessoais e sociais que se acredita estarem estatisticamente associadas à pobreza, incluindo falta de compreensão, desvios psicopáticos, bairros favelizados e famílias ‘deterioradas’”. Mesmo com essas considerações de seus criminologistas contemporâneos, [Sutherland \(1940\)](#) se mostrou fortemente contrário à ideia de que o crime está correlacionado com a pobreza. Segundo ele, essas considerações não são válidas por serem viesadas, deixando de incluir comportamento criminoso de pessoas que não pertencem à classe baixa (como o de homens de negócios e políticos).

Embora o trabalho de Sutherland tenha contribuído grandemente para o aperfeiçoamento da teoria criminológica, cunhando o termo “crime de colarinho branco”<sup>7</sup>, foram diversas as críticas recebidas nas décadas seguintes. As críticas concentraram-se, sobretudo, no fato de Sutherland desconsiderar qualquer ligação entre criminalidade e pobreza. Como mostra [Braithwaite \(1991\)](#):

---

<sup>7</sup> “[...] o termo ‘crime de colarinho branco’ é sinônimo de toda a gama de fraudes cometidas por empresas e profissionais do governo. Esses crimes são caracterizados por dolo, ocultação ou violação de confiança e não dependem da aplicação ou ameaça de força ou violência física. A motivação por trás desses crimes é financeira - obter ou evitar a perda de dinheiro, bens ou serviços ou garantir uma vantagem pessoal ou comercial” ([FBI, 2019, online, tradução nossa](#)).

Impotência e pobreza aumentam as chances de que as necessidades sejam tão pouco satisfeitas que o crime é uma tentação irresistível para atores alienados da ordem social e cuja possibilidade de punição não mostra nada a perder [...] Novos tipos de oportunidades criminais e novos caminhos para a imunidade de responsabilidade são constituídos por concentrações de riqueza e poder. Assim, a desigualdade piora os crimes de pobreza motivados pela necessidade de bens de consumo e os crimes de riqueza motivados pela ganância [...] Além disso, muitos crimes, particularmente crimes violentos, são motivados pela humilhação do ofensor e pelo direito percebido do ofensor de humilhar a vítima [...] [Alguns aspectos] relevantes para a explicação do crime de colarinho branco ou do crime comum são a desigualdade econômica, desigualdade no poder político (escravidão, totalitarismo), racismo, preconceito contra idosos e patriarcalismo (Braithwaite, 1991, p. 40, tradução nossa).

Não foi, porém, apenas a análise sociológica de Sutherland que colocou em dúvida fatores que até então eram considerados importantes para a explicação da criminalidade. O economista Gary S. Becker<sup>8</sup> afirmou, em 1968, que o envolvimento de determinado indivíduo em crimes trata-se, na verdade, de um processo decisório pautado na análise racional de custos e benefícios de se envolver em atividades ilegais. Apesar de também ter sido acompanhada de muitas críticas, a interpretação de Becker é ainda considerada um divisor de águas para a criminologia e a inauguração do que viria a ser chamado de “economia do crime”.

A dificuldade de análise desses dois problemas sociais pode ser vista não apenas do ponto de vista teórico. A própria história mostra que existe uma relação bastante complexa entre ambos. Conforme Collins (2019, *online*, tradução nossa), “[...] uma comparação estática [mostra que] há uma correlação muito forte [entre pobreza e crimes violentos]. Mas [...] [no caso de] uma comparação dinâmica [...] acompanhando mudanças na pobreza com mudanças na violência, o relacionamento se torna muito mais sombrio”. Segundo esse pesquisador, embora a criminalidade tenha se reduzido durante a Grande Depressão, se elevou na expansão econômica dos anos 1960. Em seguida, caiu ou permaneceu basicamente constante quando a economia se contraiu durante a recessão de 2008. Isso mostra, de acordo com Collins (2019), que essa relação não é tão clara quanto parece e que altas taxas de violência urbana podem realmente ser uma força-chave na perpetuação da pobreza urbana.

### 2.3 A relação entre criminalidade e desigualdade

Das três análises de problemas sociais dois a dois realizadas neste capítulo, a possivelmente mais dificultada em termos de exposição da análise teórica econômica é a relação entre criminalidade e desigualdade. Isso acontece, sobretudo, porque a quase totalidade dos trabalhos existentes são pautados em análises empíricas/econômicas ou estudos de campo.

---

<sup>8</sup>Análise mais aprofundada do trabalho desse autor é realizada na Subseção 2.4.2.

Apesar disso, algumas considerações a respeito dessa relação entre criminalidade e desigualdade são realizadas por economistas há várias décadas, mesmo que não pautadas em um modelo bem delineado. De acordo com [Fleisher \(1966\)](#),

Embora os gostos sejam, sem dúvida, determinantes importantes do comportamento legítimo *versus* ilegítimo, é intuitivamente atraente e a inspeção casual leva a suspeitar que fatores econômicos também são uma importante causa de delinquência. A principal razão teórica para se acreditar que a baixa renda aumenta a tendência de cometer um crime é que aumenta o custo relativo de se envolver em atividades legítimas. Em primeiro lugar, os jovens provavelmente veem a renda de suas famílias como um índice de suas próprias possibilidades legítimas de ganho a longo prazo. Assim, desde que não haja covariância positiva substancial entre os retornos esperados e a atividade legítima e ilegítima, indivíduos com baixos rendimentos (ou cujos pais têm baixa renda) provavelmente esperam recompensas relativamente grandes por cometer atos delinquentes. Para esses indivíduos, o custo provável de ser pego é relativamente baixo, pois, por verem suas perspectivas legítimas de ganho ao longo da vida, podem esperar perder relativamente pouco potencial de ganho adquirindo registros criminais; além disso, se os ganhos legítimos forem baixos, o custo de oportunidade realmente gasto em atividades delinquentes ou na prisão também é baixo. Um possível efeito relacionado à renda sobre a delinquência é devido ao padrão de vida da renda. Como a maioria das carreiras legítimas gera ganhos mais baixos nos estágios iniciais (especialmente durante a educação formal) do que nos estágios posteriores, os jovens que podem contar com pouca ajuda dos pais ou de outros membros da família no fornecimento de bens e serviços desejados podem ficar tentados a se envolver em atividades ilegítimas em regime de “meio período” ([Fleisher, 1966](#), p. 120, tradução nossa).

De acordo com [Kelly \(2000\)](#) a consideração de que a desigualdade aumenta as taxas de criminalidade é uma previsão de três importantes teorias ecológicas<sup>9</sup>: a teoria econômica do crime de [Becker \(1968\)](#)<sup>10</sup>, a teoria da tensão de [Merton \(1938\)](#) e a teoria da desorganização social de [Shaw e McKay \(1942\)](#), sendo as duas últimas ligadas à sociologia. No caso da teoria econômica, pelo menos até a publicação de [Becker \(1968\)](#), a análise da relação entre criminalidade e desigualdade enfrentava problemas, em parte, devido “[...] à ausência de um arcabouço teórico aceito para analisar a delinquência e à falta de concordância sobre quais observações empíricas representam melhor os conceitos analíticos empregados” ([Fleisher, 1966](#), p. 118, tradução nossa). O trabalho de [Becker \(1968\)](#) teve justamente a importância de fornecer esse arcabouço teórico que a análise econômica do crime não dispunha, norteador grande parte dos estudos realizados desde então.

Como já mencionado, ainda são bastante raros modelos econômicos formais puramente teóricos relacionando criminalidade e desigualdade. O principal deles foi desenvolvido por [Chiu e Madden \(1998\)](#), onde são estudados os efeitos da distribuição de renda sobre o crime contra a propriedade. Nele, agentes neutros ao risco possuem rendas (legais) diferentes que podem ser complementadas por roubos. Assumindo que um infrator detectado seja encarcerado por um período fixo e que os infratores escolham as

<sup>9</sup>“As teorias ecológicas buscam explicar as variações nas taxas de criminalidade por meio dos diferentes incentivos, pressões e impedimentos que os indivíduos enfrentam em diferentes ambientes” ([Kelly, 2000](#), p. 530, tradução nossa).

<sup>10</sup>Como será visto mais à frente, porém, a desigualdade não está em primeiro plano na teoria de [Becker \(1968\)](#). Existe fundamentalmente a consideração de que o infrator faz uma análise racional dos benefícios e prejuízos que teria ao se envolver na atividade ilegal.

casas-alvo usando um sinal de qualidade das casas, os autores mostram que o aumento na desigualdade de renda pode aumentar o nível de criminalidade (em particular, devido ao aumento da desigualdade relativa de renda).

É importante também citar o modelo estrutural desenvolvido por [Bourguignon et al. \(2003\)](#). Apesar de não ser puramente teórico (construído a partir de dados reais de cidades colombianas), o trabalho destes autores teve a importância de chegar a um modelo que permite identificar o segmento preciso da população cuja renda relativa explica melhor as mudanças do crime no decorrer do tempo. [Bourguignon et al. \(2003\)](#) supõem que os criminosos sejam pessoas cujos recursos econômicos estão abaixo de um limite que depende do lucro líquido esperado do crime. A principal conclusão a que os autores chegam é que mudanças distributivas de renda teriam mais efeitos se houvesse concentração entre pessoas que estão 80% abaixo da renda média do território; caso contrário, não haveria influência significativa na taxa de criminalidade.

## 2.4 Economia do crime e principais abordagens teóricas da criminalidade

A história da criminologia clássica costumeiramente atribui suas origens aos filósofos iluministas Beccaria, Bentham e Kant, cujas “[...] concepções sobre o sujeito racional e o ‘contrato social’ levaram a novos sistemas de lei e justiça criminal sob os quais a punição deveria ser proporcional ao crime cometido” ([Bowling e Ross, 2006](#), p. 12, tradução nossa). Na verdade, o economista, jurista e filósofo italiano, Cesare Beccaria é considerado um dos precursores da análise econômica do crime, sobretudo pela publicação, em 1764, do livro *On Crimes and Punishment*, que complementou os trabalhos precedentes do economista Jeremy Bentham sobre política e criminologia ([White, 2018](#)).

No decorrer de várias décadas, sobretudo a partir dos anos 20 do século passado, uma série de novos trabalhos foram lançados com o objetivo de se ampliar o arcabouço teórico para o estudo da criminalidade. E foi a partir da década de 1960 que a ciência econômica passou a ganhar espaço, tendo até hoje uma das análises consideradas mais robustas e difundidas.

A maioria dos autores considera que a “economia do crime” passou a ser realmente um braço da ciência econômica a partir de [Becker \(1968\)](#). Apesar disso, “[...] Fleisher (1963, 1966), Smigel-Leibowitz (1965) e Ehrlich (1967) [...]” ([Conti e Justus, 2016](#), p. 2) são alguns dos trabalhos que merecem relevância, inclusive pelo fato de terem influenciado [Becker \(1968\)](#). É necessário ressaltar que mesmo com esse ganho de popularidade da economia na área de criminalidade, ainda é perceptível que

[...] [os] pesquisadores de outras disciplinas dominam a área. A criminologia é um campo distinto, com periódicos profissionais e conhecimentos especializados. A psicologia e a sociologia são importantes porque o crime ocorre nas famílias, levantando questões sobre predisposições genéticas e o efeito do histórico familiar sobre propensões criminais. Hernnstein (1996) argumentou que os criminosos diferem em muitas dimensões da população não criminal: eles têm “características criminogênicas” que remontam à delinquência infantil, pontuam mais baixo nos testes de QI, evidenciam problemas de comportamento psicológico e têm uma fonte genética. Muitos criminologistas enfatizam o papel das experiências da infância, particularmente o abuso infantil (Widom, 1997), como determinante do comportamento criminoso dos jovens (Freeman, 1999, p. 3533, tradução nossa).

Dentre as diversas teorias criminológicas existentes atualmente (ligadas à economia ou não), existem aquelas que possuem maior relevância mesmo considerando-se as mais diferentes ciências que as analisam. Como mostram Cano e Santos (2007), existem duas perspectivas teóricas<sup>11</sup> sobre criminalidade que merecem destaque: a hipótese de frustração-agressão (Dollard et al., 1939) e a teoria do comportamento racional maximizador (Becker, 1968), que serão analisadas a seguir.

#### 2.4.1 *Hipótese de frustração-agressão*

Lançada em 1939 por um grupo de psicólogos da Universidade Yale, a hipótese de frustração-agressão, ao incorporar conceitos freudianos na explicação da catarse (liberação de sentimentos reprimidos), tornou-se uma das mais influentes explicações do comportamento agressivo da história.

Embora tenha sofrido modificações nos anos seguintes, tanto pelos próprios autores como também por pesquisadores externos, a essência do trabalho de Dollard et al. (1939) está em sugerir que “a agressão é sempre uma consequência da frustração e [...] a existência da frustração sempre leva a alguma forma de agressão”<sup>12</sup>. De acordo com a teoria da frustração-agressão, a agressão é uma resposta inata a estímulos externos frustrantes ocasionados pelo ambiente. Os estímulos frustrantes podem ser quaisquer condições sociais que frustram a satisfação de um indivíduo, como moradia precária, desemprego etc. (Issaquah, 2019, online, tradução nossa).

<sup>11</sup>Estes pesquisadores ressaltam que embora não seja evidenciada pelo trabalho de um autor específico, existe uma terceira perspectiva teórica, centrada na vítima, e não nos autores dos crimes. Segundo essa hipótese, a renda agiria como fator de proteção contra a violência letal. Os indivíduos de renda mais alta teriam menor probabilidade de serem mortos do que os de menor renda.

<sup>12</sup>Não tardou para que diversas pesquisas empíricas viessem a corroborar com os resultados fornecidos por Dollard et al. (1939). Como mostrado em Issaquah (2019, online, tradução nossa), “Barker et al. (1941) descobriu que as crianças frustradas por ficarem esperando muito tempo antes de poderem brincar em uma sala cheia de brinquedos atraentes eram mais agressivas e destrutivas (atirar os brinquedos contra a parede e rabiscá-los) do que um segundo grupo de controle de crianças que não estavam frustradas [...] [Além disso,] Hovland e Sears (1940) encontraram uma correlação significativa entre a frustração econômica (medida em termos do preço do algodão) e a agressão deslocada em bodes expiatórios (medida em termos do número de linchamentos de negros) nos estados do sul dos Estados Unidos entre 1882 e 1930”.

Ao mesmo tempo em que surgiram trabalhos dando suporte à hipótese de [Dollard et al. \(1939\)](#), ainda mais numerosos foram aqueles que criticavam a afirmação excessivamente forte de que frustração sempre leva à agressão. Isso levou os próprios autores a lançarem novo trabalho, em 1941, adotando uma linguagem menos incisiva. Nele, [Miller et al. \(1941, p. 339, tradução nossa\)](#) afirmam que “a frustração produz instigação à agressão, mas esse não é o único tipo de instigação que ela pode produzir”.

Apesar dessa mudança de postura por parte do grupo de psicólogos de Yale, as críticas e controvérsias continuaram nas décadas seguintes. A considerada mais importante revisão do trabalho de [Dollard et al. \(1939\)](#) foi feita pelo psicólogo social estadunidense Leonard Berkowitz em 1989; efetivamente, esta análise “foi mais bem recebida e é comumente usada como base teórica para a pesquisa moderna sobre agressões” ([Gilbert e Bushman, 2017, n.p., tradução nossa](#)). De acordo com [Berkowitz \(1989\)](#),

[...] há uma boa quantidade de evidências consistentes com a hipótese clássica de frustração-agressão apresentada pela primeira vez por Dollard et al. (1939) [...] [Porém,] contrariamente à afirmação generalizada de que apenas interferências arbitrárias, ilegítimas ou dirigidas pessoalmente dão origem a agressão, às vezes a agressão é exibida quando o impedimento é socialmente justificado ou não é direcionado pessoalmente aos sujeitos. As barreiras impostas ilegalmente à consecução dos objetivos têm maior probabilidade de produzir respostas agressivas do que aquelas que parecem ser socialmente adequadas, mas mesmo estas últimas podem ativar uma instigação à agressão [...] As pessoas são mais fortemente instigadas a atacar seus frustrantes quando pensam que foram deliberadamente e erroneamente impedidas de atingir seus objetivos do que quando acreditam que a interferência foi apenas acidental e podem estar inclinadas a inibir suas reações agressivas quando pensam que o impedimento teve uma causa socialmente adequada [...] Uma falha imprevista em atingir um objetivo atraente é mais desagradável do que uma falha esperada, e é o maior descontentamento no primeiro caso que gera uma instigação mais forte à agressão. Da mesma forma, as avaliações e atribuições das pessoas frustradas, presumivelmente, determinam o quanto elas se sentem mal por não conseguirem o que desejavam, de modo a serem mais agressivamente inclinadas quando experimentam um forte efeito negativo ([Berkowitz, 1989, p. 71, tradução nossa](#)).

De acordo com [Mentovich e Jost \(2017\)](#), a principal contribuição de [Berkowitz \(1989\)](#) esteve na conclusão de que a frustração trata-se de uma circunstância aversiva no âmbito psicológico que pode gerar uma tendência ao comportamento agressivo. “[Assim,] a escolha entre ‘bater’ ou ‘correr’ depende da intensidade da emoção negativa, bem como da avaliação subjetiva e da interpretação da situação” ([Mentovich e Jost, 2017, online, tradução nossa](#)). Percebe-se, portanto, que a análise de [Berkowitz \(1989\)](#) deixou mais claro o fato de que a análise do comportamento agressivo é bem mais complexa e subjetiva do que imaginado inicialmente.

#### **2.4.2 Teoria do comportamento racional maximizador**

O ano de 1968 é considerado um marco no desenvolvimento da “[...] formulação mais sistemática e bem recortada que teorizou o que há de econômico no problema do crime e das punições” ([Conti e Justus, 2016, p. 2](#)). Em seu trabalho, [Becker \(1968\)](#)



optou por ignorar a tradição do estudo da criminalidade, afirmando que “uma teoria útil do comportamento criminoso pode dispensar teorias especiais de anomia, inadequações psicológicas ou herança de características especiais e simplesmente estender a análise de escolha do economista” (Becker, 1968, p. 14, tradução nossa). O autor assume que os criminosos são agentes racionais e intencionais e que estes maximizam a utilidade esperada sujeita a restrições, assim como no caso do consumidor hipotético da teoria microeconômica padrão.

A formalização de Becker, porém, “[...] não se refere à ação do indivíduo, mas à decisão do planejador central em maximizar os esforços para detenção do crime” (Resende, 2007, p. 5). Um dos pressupostos da abordagem do autor é que o custo com que um criminoso se depara é determinado pela penalidade que ele espera enfrentar: a probabilidade de ser punido multiplicada pela desutilidade subjetiva da punição (que poderia incluir a desutilidade devido à imposição de multa monetária, pena de prisão ou ambos). Nesse caso, medidas que aumentem as punições esperadas — como multas mais altas, prazos de prisão mais longos ou maior probabilidade de detecção — aumentariam esse custo. O autor sugere, então, que à medida em que esse custo aumenta, os criminosos em potencial substituem o crime por atividades legais, o que é chamado de “efeito de dissuasão”.

O trabalho de Becker (1968) parte do princípio de que a criminalidade gera à sociedade uma perda que pode ser representada por uma função (a função de perda social -  $L$ ) formada por quatro componentes: (a) danos causados pela atividade criminosa, (b) custos de apreensão e condenação, (c) oferta de crimes e (d) custos associados à punição. Ao desenvolver seu modelo, o autor considera que a quantidade de danos à sociedade tende a aumentar conforme o nível de atividades criminosas aumenta. Ou seja, conforme as Equações 2.1 e 2.2 mostram,

$$H_i = H_i(O_i), \quad (2.1)$$

com

$$H_i' = \frac{dH_i}{dO_i} > 0, \quad (2.2)$$

onde  $H_i$  é o dano da  $i$ -ésima atividade e  $O_i$  é o nível de atividade criminosa.

De maneira correspondente, o valor social do ganho para os infratores presumivelmente também tende a aumentar com o número de crimes (conforme as Equações 2.3 e 2.4), ou seja,

$$G = G(O), \quad (2.3)$$

com

$$G' = \frac{dG}{dO} > 0. \quad (2.4)$$

A partir disso, Becker considera que o dano gerado à sociedade é simplesmente a diferença entre dano causado e o ganho das atividades criminosas, podendo ser escrito como na Equação 2.5:

$$D(O) = H(O) - G(O). \quad (2.5)$$

O autor considera plausível, portanto, que os infratores geralmente acabam recebendo ganhos marginais decrescentes ( $G'' < 0$ ) e causam danos marginais crescentes ( $H'' > 0$ ) por crimes adicionais (como representa a Equação 2.6 de segundas derivadas), o que resulta em

$$D'' = H'' - G'' > 0. \quad (2.6)$$

No que se refere aos custos de apreensão e condenação de infratores (segundo componente da equação de perda social -  $L$ ), Becker (1968) considera que, uma vez que maiores gastos em formação de policiais, funcionários da justiça e aquisição de equipamentos especializados tornam mais fácil descobrir crimes e condenar os infratores, pode-se postular uma relação entre a geração dessas atividades e os vários insumos necessários para sua efetivação. Assim, dados os preços dos insumos, a necessidade de contratação de mais de alguma dessas atividades (contratar mais policiais, por exemplo), seria mais onerosa, ou seja, conforme mostram as Equações 2.7 e 2.8,

$$C = C(A) \quad (2.7)$$

e

$$C' = \frac{dC}{dA} > 0. \quad (2.8)$$

Seguindo o mesmo raciocínio, uma vez que há custos associados à investigação de crimes (custos estes que, segundo Becker (1968), poderiam ser reduzidos com tecnologias como impressões digitais, escutas telefônicas, sistema de controle computadorizado e dispositivo detector de mentiras) e considerando-se a probabilidade de condenação estritamente superior a zero, à medida em que se aumenta essa probabilidade, também maior será o custo gerado à sociedade, como representa a Equação 2.9 (função custo):

$$C = C(p, O, a), \quad (2.9)$$

onde  $p$  é a probabilidade de condenação,  $O$  o número de crimes cometidos e  $a$  o número de prisões.

Ao tentar explicar a “oferta de ofensas”, ou seja, quais motivos levam um indivíduo ao cometimento de crimes, [Becker \(1968\)](#) lembra que pessoas com experiência judicial frequentemente afirmam que mudanças na probabilidade de condenação têm efeito maior sobre o número de crimes do que uma mudança no nível das punições. Assim, a abordagem adotada pelo autor é a de que:

[...] uma pessoa comete uma ofensa se a utilidade esperada para ela exceder a utilidade que poderia obter usando seu tempo e outros recursos em outras atividades. Algumas pessoas se tornam “criminosas”, portanto, não porque sua motivação básica seja diferente da de outras pessoas, mas porque seus benefícios e custos diferem [...] Essa abordagem implica que existe uma função que relaciona o número de ofensas de qualquer pessoa à sua probabilidade de condenação, ao seu castigo se condenado e a outras variáveis, como a renda disponível a ele em atividades legais e outras atividades ilegais, a frequência das prisões e sua vontade de cometer um ato ilegal ([Becker, 1968](#), p. 176-177, tradução nossa).

A partir dessa observação do autor, a Equação 2.10 relaciona a oferta de crimes (terceiro componente da equação de perda social -  $L$ ) com o conjunto de decisões enfrentadas por um agente que decide pelo ingresso ou não em atividades criminosas:

$$O_j = O_j(p_j, f_j, i_j), \quad (2.10)$$

onde  $O_j$  é o número de ofensas que poderiam ser cometidas durante um período particular,  $p_j$  é a probabilidade de condenação pelo crime,  $f_j$  é a punição pela ofensa e  $u_j$  uma variável que representa todas as outras influências sobre o número de crimes.

Diante das funções individuais de oferta de crimes, o total de oferta de ofensas torna-se nada mais do que a soma de todos os  $O_j$ . De acordo com [Becker \(1968, p. 178, tradução nossa\)](#), o modelo exige a simplificação do uso de apenas valores médios das variáveis  $p$ ,  $f$  e  $u$ , embora essas possam diferir significativamente entre as pessoas por características como “[...] diferenças de inteligência, idade, educação, histórico de ofensas anteriores, riqueza, educação familiar etc.”. Assim, chega-se à Equação 2.11:

$$O = O(p, f, i), \quad (2.11)$$

que tem as mesmas propriedades que as funções individuais, como o fato de estar relacionada negativamente com  $p$  e  $f$  e responder mais à probabilidade de condenação do que à punição em si “[...] se, e somente se, os infratores em equilíbrio tiverem preferência pelo risco” ([Becker, 1968, p. 178, tradução nossa](#)). De acordo com o autor, essa generalização de que os agressores são mais dissuadidos pela probabilidade de condenação do que pela punição implica na abordagem de utilidade esperada de que os agressores preferem o risco, pelo menos na região relevante de punições.

Dada a função de oferta de crimes, é também necessário apresentar uma equação que relaciona quais são os ganhos ou perdas esperados por um indivíduo decidido a fazer parte do mundo do crime: trata-se da função de utilidade esperada, representada na Equação 2.12. É importante ressaltar que os ganhos definidos por Becker (1968) não são representados apenas em termos pecuniários, mas também possuem componentes como o entusiasmo, a dor física ou o medo, que também são convertidos em termos monetários:

$$EU[O] = pU(b - f) + (1 - p)U(b), \quad (2.12)$$

onde,  $EU$  representa a utilidade esperada com o crime,  $p$  a probabilidade de captura e punição pelo ato criminoso,  $U$  representa a utilidade obtida pelo ganho monetário de cometer um crime,  $b$  representa o ganho obtido caso o crime não seja detectado (exógeno ao modelo), e  $(b - f)$  representa o payoff do indivíduo quando este é capturado.

Por fim, o quarto componente da equação de perda social ( $L$ ) trata-se dos custos incumbidos à sociedade devido à execução das punições. Becker (1968) afirma que o custo de diferentes punições para um infrator pode ser comparável convertendo-o em seu valor monetário ou seja, o autor considera as punições como multas a serem pagas pelos criminosos. Além disso, o custo de uma sentença de prisão com duração determinada não é único, podendo ser maior, por exemplo, para os infratores que poderiam ganhar mais fora da prisão. As punições afetam não apenas os infratores, mas também outros membros da sociedade (no caso de liberdade condicional, por exemplo, exige gastos com guardas, pessoal de supervisão, alimentos etc.). O custo social total das punições é o custo para os infratores mais o custo (ou menos o ganho) para os demais integrantes da sociedade, o que pode ser representado pela Equação (identidade) 2.13:

$$f' \equiv bf, \quad (2.13)$$

em que  $f$  é o custo social e  $b$ , é um componente cujo tamanho se altera conforme o crime e transforma  $f$  em sua derivada ( $f'$ ). Enquanto a aplicação de multas  $b$  adquire valor zero (o custo social é zero quando há o pagamento de multa), dada a inexistência de custos de transação, este valor se torna maior que 1 para outras punições como liberdade condicional e detenção, uma vez que existem custos associados ao processo condenação, da manutenção da prisão e da perda de capacidade produtiva do indivíduo detido.

Uma vez apresentados os quatro componentes da função de perda social, esta pode ser representada pela Equação 2.14:

$$L = L(D, C, bf, O), \quad (2.14)$$

onde

$$\frac{\partial L}{\partial D} > 0, \frac{\partial L}{\partial C} > 0, \frac{\partial L}{\partial bf} > 0,$$

sendo que o objetivo seria selecionar valores de  $f$ ,  $C$  e possivelmente  $b$  que minimizem  $L$ .

Uma forma menos geral, e segundo Becker, mais conveniente e transparente de se representar a equação acima é dada pela Equação 2.15:

$$L = D(O) + C(p, O) + bpfO, \quad (2.15)$$

onde o termo  $bpfO$  é a perda social total gerada pelas punições, uma vez que  $bf$  é a perda por crime punido e  $pO$  é o número de crimes punidos.

A equação de perda social engloba a maioria das informações importantes presentes no modelo de Becker: as variáveis de decisão pública (gastos com polícia, tribunais etc.) ajudam a determinar a probabilidade ( $p$ ) de que um crime seja descoberto (e o infrator apreendido e condenado), o tamanho da punição para os condenados ( $f$ ) e a forma da punição (liberdade condicional, prisão, multa etc.). Como Becker (1968, p. 207-208, tradução nossa) ressalta,

Os valores ótimos dessas variáveis podem ser escolhidos sujeitos, entre outras coisas, às restrições impostas por três relações comportamentais. Uma mostra os danos causados por um determinado número de ações ilegais, denominadas ofensas ( $O$ ), a outra o custo de obter um dado  $p$  e a terceira o efeito de alterações de  $p$  e  $f$  em  $O$ . Decisões “ideais” são interpretadas como significando decisões que minimizem a perda social de renda por ofensas. Essa perda é a soma dos danos, custos de apreensão e condenação e custos de execução das punições impostas, e pode ser minimizada simultaneamente com respeito a  $p$ ,  $f$  e a forma de  $f$ , a menos que uma ou mais dessas variáveis sejam restringidas por considerações “externas” [...] As multas têm várias vantagens sobre outras punições: por exemplo, conservam recursos, compensam a sociedade e punem os infratores e simplificam a determinação de  $p$  e  $f$  ideais. Não é de se surpreender que as multas sejam a punição mais comum e tenham crescido em importância ao longo do tempo. Os infratores que não podem pagar multas devem ser punidos de outras maneiras, mas a análise de otimização implica que o valor monetário dessas punições para eles deve geralmente ser menor do que as multas.

A partir de uma autoanálise de seu trabalho, Becker (1968) considera que a principal contribuição do estudo foi a de demonstrar que políticas ótimas para combater comportamento ilegal fazem parte de uma alocação ótima de recursos; inserir uma estrutura “econômica” na análise da criminalidade ajudaria, portanto, a enriquecer a análise do comportamento ilegal. Muitos outros autores fazem questão de enaltecer algumas das características pioneiras emergidas do trabalho de Becker (1968). Para Resende (2007, p. 5), por exemplo, ao fazer o uso de uma estratégia “[...] eminentemente econômica (mais especificamente da economia do bem-estar) para abordar um problema até então alvo exclusivo de investigações sociológicas [...] [Becker deixa] talvez sua maior contribuição: utilizar a teoria dos incentivos para analisar o fenômeno da criminalidade”. De maneira similar Velthoven e Wijck (2016, p. 6, tradução nossa) afirmam que Becker foi um economista altamente original e não convencional, entre outros motivos, pelo fato de

considerar que “[...] a teoria econômica não é apenas a ciência de mercados e preços explícitos, mas uma maneira de pensar [e também ao] [...] combinar as premissas de comportamento maximizador, preferências estáveis e equilíbrio de mercado” na explicação do comportamento criminoso.

Embora, desde a sua publicação, a análise de Gary Becker tenha sido nitidamente aceita por muitos outros pesquisadores, inclusive criminologistas, “sua teoria não esteve isenta de críticas, principalmente pelo formalismo considerado excessivo para um tema que pode estar além do alcance da abordagem da racionalidade perfeita” (Passos e Sbicca, 2020). As principais análises que sustentam essas críticas são provenientes da psicologia, neurociência, bem como da economia comportamental. Estas, de fatos, tentam fornecer previsões e recomendações mais eficazes para a formulação de políticas de combate não apenas da criminalidade, mas de seus diversos outros desdobramentos danosos impostos à sociedade.



### 3 Criminalidade, Desigualdade e Pobreza na Literatura Empírica

Estima-se que em 1820, quando o mundo contava com cerca de 1,1 bilhão de pessoas, 84% da população mundial vivia na extrema pobreza. O advento da Revolução Industrial e o rápido crescimento econômico que se seguiram permitiram, cento e trinta anos depois — em 1950 — que essa participação estimada se reduzisse para 55% ([Bourguignon e Morrisson, 2002](#)). A base de dados histórica do Banco Mundial, iniciada em 1981 e fundamentada em pesquisas domiciliares, mostra que nesse ano o nível de pessoas vivendo em extrema pobreza estava em cerca de 44% da população. A partir de então houve melhoras quase ininterruptas na redução da pobreza, sobretudo devido ao forte crescimento econômico de regiões da Ásia. Em 1990 havia cerca de 1,9 bilhão de pessoas vivendo na extrema pobreza; em 2015 esse valor havia se reduzido para 735 milhões. Isso significa dizer que, entre 1990 e 2015, a cada dia 128.000 pessoas saíram da condição de extrema pobreza ([Roser e Ortiz-Ospina, 2020](#)).

É necessário ressaltar, porém, que ferramentas mais precisas de análise da pobreza ainda mostram um cenário menos promissor para grande parte dos países do mundo. Se analisada a partir da visão de pobreza multidimensional, apresentada no Capítulo 2, a pobreza ainda se mostra persistentemente alastrada. Como se percebe na Figura 3.1 existe um número considerável de países onde pelo menos a metade da população passa por alguma privação relacionada a saúde, educação ou padrão de vida. Na Índia, segundo país mais populoso do mundo, estima-se que entre 50% e 60% da população seja afetada por alguma dessas restrições.

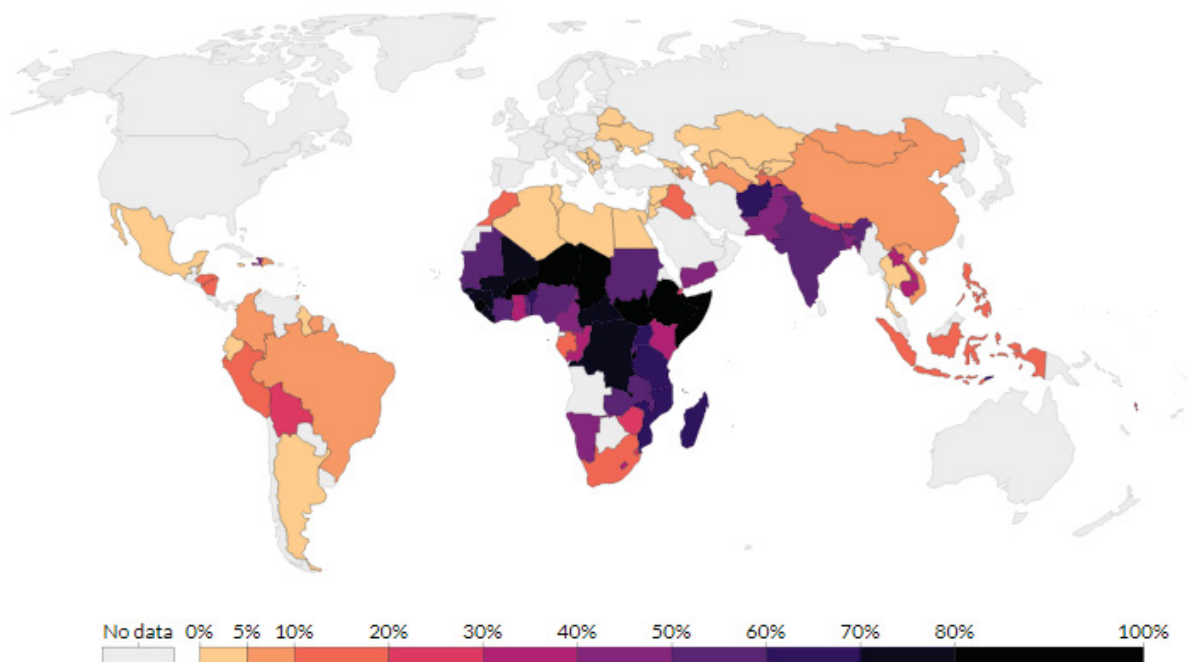


Figura 3.1: Pobreza multidimensional em porcentagem da população no ano de 2014.

Fonte: Compilado por Roser e Ortiz-Ospina (2020) a partir de dados da OPHI.

De fato, desigualdade e criminalidade têm se mostrado problemas mais persistentes e de difícil solução até mesmo para países desenvolvidos. Considerando-se por exemplo os homicídios, que são uma das mais preocupantes faces da criminalidade, houve em 2017 mais de 400 mil mortes em todo o mundo relacionadas a esse tipo de crime (GBD, 2017), como mostra a Figura 3.2. Esses dados são consonantes com uma publicação mais recente da Organização Mundial da Saúde, que afirma que a violência interpessoal não apenas é um dos fatores que mais causam mortes de pessoas, mas também, uma das principais explicações para a diferença de expectativa de vida entre homens e mulheres<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>“[Considerando-se os cerca de 141 milhões de nascimentos em 2019], com base nos riscos recentes de mortalidade, os meninos viverão, em média, 69,8 anos e as meninas 74,2 anos, uma diferença de 4,4 anos. A expectativa de vida [ao se atingir] 60 anos também é maior para mulheres do que homens: 21,9 *versus* 19,0 anos. Entre 2000 e 2016, a expectativa de vida global ao nascer, para ambos os sexos combinados, aumentou 5,5 anos, de 66,5 para 72,0 anos. O número de anos vividos [de maneira saudável] — ou seja, a expectativa de vida saudável (HALE) — também aumentou nesse período, de 58,5 anos em 2000 para 63,3 anos em 2016. A HALE é maior em mulheres do que homens no nascimento (64,8 *versus* 62,0 anos) e também ao atingir 60 anos (16,8 *versus* 14,8 anos)” (WHO, 2019, p. 12, tradução nossa).

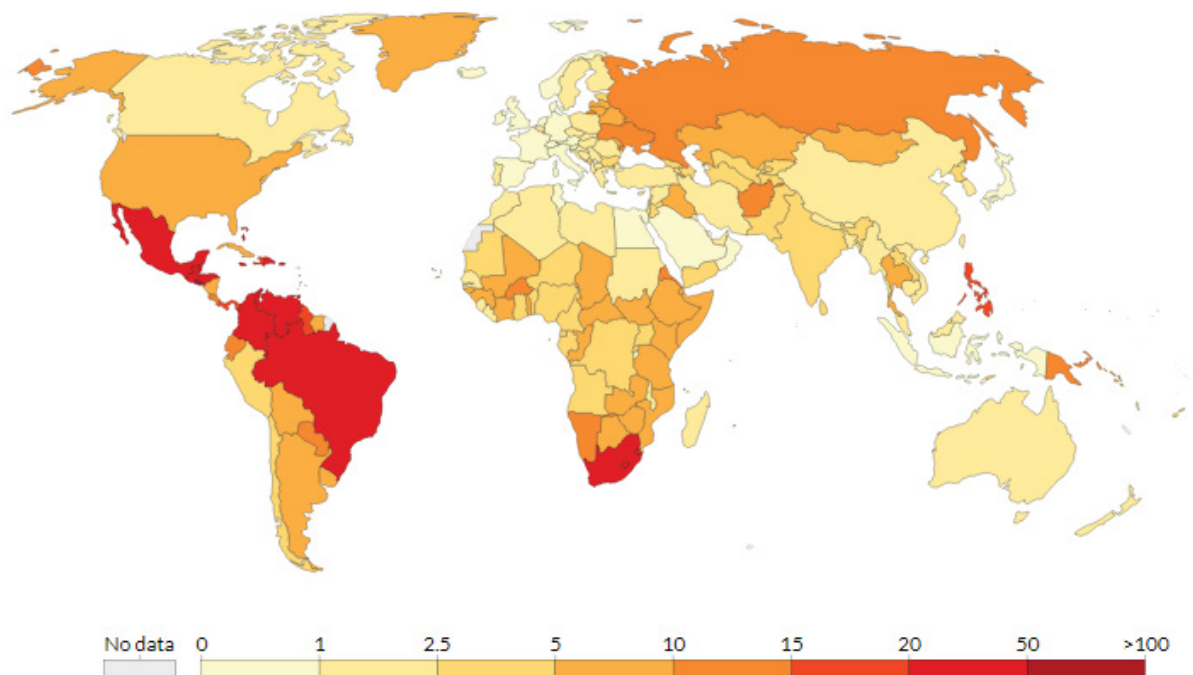


Figura 3.2: Taxa de homicídios por 100 mil habitantes em 2017.

Fonte: Compilado por [Roser e Ritchie \(2020\)](#) a partir de dados do GBD.

Em 2017, o número de homicídios no mundo representou cerca de três vezes o número de mortes causadas por terrorismo e conflitos armados juntos. Quando analisados em termos de taxa de homicídios por 100 mil habitantes, Venezuela, México, Brasil, Colômbia e África do Sul são os principais representantes entre países com mais de 30 milhões de habitantes, como demonstra a Tabela 3.1. Na verdade, para o subgrupo de pessoas entre 15 e 49 anos no Brasil, 22,9% de todas as mortes ocorridas nessa faixa etária são relacionadas a violência interpessoal (valor que chega a quase 30% se considerados apenas homens) ([IHME, 2020](#)).

Tabela 3.1: Taxa de homicídios por 100 mil habitantes em 2017.

País	Taxa
Venezuela	47.9
México	34.1
Brasil	30.1
Colômbia	29.7
África do Sul	28.6

Fonte: Elaboração própria a partir de [GBD \(2017\)](#).

O terceiro problema social tratado por essa pesquisa, a desigualdade, quando observada em nível mundial ou mesmo entre países, se mostra não apenas persistente, mas também apresenta expansão em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento. De acordo com [WIR \(2019, p. 6, tradução nossa\)](#),

No Oriente Médio, África Subsaariana e Brasil, a desigualdade de renda permaneceu relativamente estável [desde os anos 1980], em níveis extremamente altos. Nunca tendo passado pelo regime igualitário do pós-guerra, essas regiões se estabelecem no mundo como “fronteira da desigualdade”. A diversidade de tendências observadas nos países desde 1980 mostra que a dinâmica da desigualdade de renda é moldada por uma variedade de contextos nacionais, institucionais e políticos

Como a Figura 3.3 mostra, América e África são os continentes que concentram a maior parte dos países com grande concentração da renda entre os 10% mais ricos, enquanto os Estados Unidos são o principal representante entre países desenvolvidos (conforme discutivo na Seção 2.1).

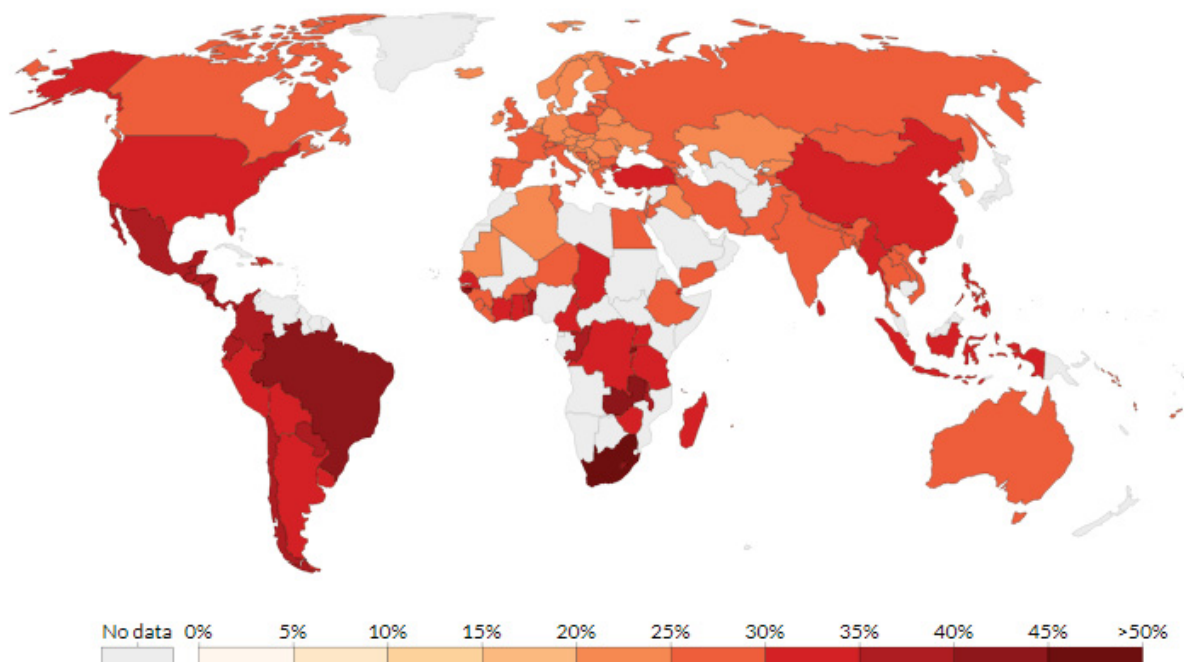


Figura 3.3: Porcentagem da renda do país pertencente aos 10% mais ricos em 2015.

Fonte: Roser e Ritchie (2020).

Os dados apontam a África do Sul como país mais desigual do mundo, com 51,3% da renda mantida pelos 10% mais ricos do país. O cenário atual é ainda pior do que o observado em 1994, quando o país ainda estava sob o regime segregacionista do Apartheid<sup>2</sup>. Especialistas afirmam que essa dificuldade de redução da desigualdade no país está relacionada ao crescimento econômico sem a geração de grande quantidade de vagas de emprego (Leibbrandt, 2015). No caso da América Latina, os países com população superior a 15 milhões de habitantes com maior nível de desigualdade são Brasil e México, conforme apresentado na Tabela 3.2.

<sup>2</sup>Alguns dados mais conservadores disponibilizados pelo Banco Mundial indicam 71% da riqueza da África do Sul mantida pelos 10% mais ricos, enquanto os 60% mais pobres detêm apenas 7% da riqueza nacional (WBG, 2018).

Tabela 3.2: Concentração de renda entre países latino-americanos em 2015.

País	Porcentagem da renda mantida pelos 10% mais ricos
Brasil	40.5
México	39.7
Colômbia	39.6
Chile	38.0
Equador	35.8

Fonte: Elaboração própria a partir de [WBG \(2020\)](#).

De acordo com [Oxfam \(2020\)](#), se continuar no atual ritmo de redução de desigualdade, o Brasil levará 75 anos para atingir o atual nível do Reino Unido, isso porque um brasileiro que recebe um salário mínimo mensal precisa trabalhar 19 anos para receber o mesmo que um indivíduo figurado entre os 0,1% mais ricos ganha em um mês. A organização afirma que, apesar de ter conseguido tirar milhões de pessoas da pobreza nas últimas décadas, o Brasil ainda enfrenta uma enorme lacuna entre os mais ricos do país e o resto da população. E a recessão ou crescimento baixo observados nos últimos anos ameaçam reverter o progresso que o país fez (apenas em 2017, estima-se que 3,6 milhões de pessoas tenham retornado à pobreza).

Como mencionado anteriormente, este capítulo tem por objetivo apresentar aspectos empíricos dos problemas sociais analisados por este trabalho de dissertação. Assim como a literatura teórica sobre os problemas sociais merece atenção, sua contrapartida empírica também deve ser ressaltada, uma vez que, no caso dos modelos baseados em agentes, esta fornece meios de comparação e demonstra quão ajustado à realidade o modelo computacional está.

Basicamente, o levantamento bibliográfico realizado para a execução deste capítulo encontrou uma quantidade importante de trabalhos empíricos (sobretudo econométricos) com resultados conflitantes. Embora esses resultados não ofusquem a importância dos estudos empíricos, a presença de contradições pode representar um espaço para as simulações multiagente como uma ferramenta aliada à econometria. Ao contar com avançados softwares de simulação social<sup>3</sup>, a técnica de modelagem baseada em agentes

[...] está livre dessas limitações, porque o foco está diretamente em objetos individuais, seus comportamentos e interações. Como tal, um modelo de simulação baseado em agentes é um conjunto de objetos em interação que refletem relacionamentos no mundo real. Os resultados tornam a simulação baseada em agentes um passo natural para entender e gerenciar a complexidade dos sistemas comerciais e sociais atuais ([Anylogic, 2020, online](#), tradução nossa).

<sup>3</sup>Como modelos de uso gratuito (código aberto) podem ser citados, por exemplo, o LSD (*Laboratory for Simulation Development*) e também o NetLogo, que foi o software utilizado no desenvolvimento desta pesquisa.

As seções seguintes têm duas principais finalidades: em primeiro lugar, ao apresentar uma pesquisa bibliométrica, demonstrar quais foram os caminhos tomados pela literatura econômica empírica nas últimas décadas no que se refere ao estudo de criminalidade, desigualdade e pobreza. Além disso, são extraídos dessa pesquisa bibliométrica os trabalhos de maior impacto, bem como os desdobramentos empíricos e conclusões de seus respectivos autores.

### 3.1 Trabalhos contemporâneos em números

Desde os anos 1990, o número de ferramentas de análise lançadas com o objetivo de superar algumas das limitações não só da ciência econômica, mas de diversas outras áreas, foi cada vez maior. Especialmente desde a crise financeira de 2008, houve um crescente interesse em usar ideias da teoria da complexidade para dar sentido aos mercados econômico e financeiro ([Battiston et al., 2016](#)), já que os modelos de equilíbrio do *mainstream* não conseguiram prever a crise global ([Schasfoort, 2017](#)). O ganho de popularidade da economia da complexidade evidencia, portanto, uma nova etapa, com a introdução de avançados softwares de simulação de sistemas complexos e a garantia de uma ampla fronteira de análise para as ciências sociais aplicadas.

Na verdade, alguns autores consideram os sistemas sociais como “bagunçados e sem limites claros” ([Moss, 2000](#)) pelo fato de serem compostos de inúmeras entidades com padrões de interação densos e que não podem ser compreendidos por análises estatísticas ou qualitativas. De maneira semelhante, o Nobel em Ciências Econômicas de 2008, Amartya Sen, considerado um expoente das áreas de bem-estar e escolha social, argumenta que entre os problemas sociais, os mecanismos causais são mais complexos do que o reducionismo econômico é capaz de explicar<sup>4</sup>. São constatações como essas que deixam mais evidente a importância dos processos de simulação social, já que:

A simulação é útil quando o fenômeno a ser estudado não está diretamente acessível ou é difícil de ser observado diretamente [...] No entanto, a simulação de processos sociais complexos envolve a estimativa de muitos parâmetros, o que pode ser difícil. Embora o uso de simulação computacional para previsão de fenômenos sociais, por exemplo, as consequências de uma determinada política social, seja geralmente difícil, ela pode ser usada para analisar e compreender os fenômenos ([Davidsson, 2002](#), p. 2-6, tradução nossa).

A própria escassez de documentos analisando de maneira simultânea os temas propostos por esse trabalho também pode ser uma demonstração da importância de sua execução. Uma busca bibliométrica realizada em novembro de 2019 na base de dados Scopus, sem restrição temporal e delimitada apenas à ciência econômica, resultou em 14.181 artigos científicos citando o termo “desigualdade”, 10.132 com o termo “pobreza”

<sup>4</sup>De acordo com o autor, pobreza e desigualdade estão ligadas à violência, mas devem ser vistas em conjunto com divisões entre fatores como nacionalidade, cultura e religião ([Sen, 2008](#)).

e 3.610 documentos que citam “crime”<sup>5</sup>, conforme sinalizado na Tabela 3.3. No caso de buscas com os termos agrupados (a) “desigualdade” e “pobreza”, (b) “desigualdade” e “crime” e (c) “pobreza” e “crime”, os resultados foram, respectivamente, 1.814, 113 e 131 documentos<sup>6</sup>. Os achados foram ainda menos significativos no caso da busca por “desigualdade”, “pobreza” e “crime”, que revelou apenas 22 artigos científicos<sup>7</sup>. Percebe-se, portanto, que estudos envolvendo a interação desses problemas sociais não ganharam destaque por parte da comunidade científica internacional nas últimas décadas.

Tabela 3.3: Pesquisa bibliométrica por palavras-chave.

<b>Termos buscados</b>	<b>Resultados</b>
Desigualdade	14.181
Pobreza	10.132
Crime	3.610
Desigualdade + Pobreza	1.814
Desigualdade + Crime	113
Pobreza + Crime	131
Desigualdade + Pobreza + Crime	22

Fonte: Compilado pelo autor a partir da base de dados Scopus.

Como a pesquisa acima reporta, porém, existem milhares de trabalhos que analisam esses assuntos de maneira menos abrangente, mas com resultados ainda assim extremamente relevantes para o desenvolvimento de novas pesquisas. [Detotto e Otranto \(2010\)](#), por exemplo, propuseram um modelo para analisar os efeitos do crime sobre o crescimento econômico e aplicaram essa metodologia aos dados italianos. Os resultados mostraram que o crime impacta negativamente o desempenho econômico, o que pode acontecer por meio de vários canais: o crime desestimula os investimentos, reduz a competitividade das empresas e realoca recursos gerando incerteza e ineficiência. O texto mostra também que não existe um limite “natural” para a criminalidade, ou seja, quanto maior for o nível de criminalidade, maiores serão os impactos sobre o crescimento econômico. Segundo esses autores:

<sup>5</sup>Os códigos das três primeiras buscas apresentaram os seguintes formatos: SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("inequality") AND (DOCTYPE (ar)); SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("poverty") AND (DOCTYPE (ar)); SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("crime") AND (DOCTYPE (ar)).

<sup>6</sup>(a) SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("inequality" AND "poverty") AND (DOCTYPE (ar)); (b) SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("inequality" AND "crime") AND (DOCTYPE (ar)); (c) SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("poverty" AND "crime") AND (DOCTYPE (ar)).

<sup>7</sup>SUBJAREA (econ) TITLE-ABS-KEY ("inequality" AND "poverty" AND "crime") AND (DOCTYPE (ar)).



[...] a estimativa desse custo social do crime tornou-se um importante campo de estudo nas últimas décadas (Czabanski, 2008), o que mostra como o crime impõe um ônus significativo à sociedade. Por exemplo, Brand and Price (2000) estimam os custos totais do crime no País de Gales e na Inglaterra [...] Eles contabilizam um gasto total igual a 6,5% do Produto Interno Bruto (PIB). Anderson (1999) conclui que o custo total anual da atividade criminal nos Estados Unidos representa 11,9% do PIB. Um trabalho recente de Detotto e Vannini (2009) avalia os efeitos de um subconjunto de delitos na Itália (cerca de 65% de todas as infrações criminais) durante o ano de 2006. O custo social total estimado excede os 2,6% do PIB italiano (Detotto e Otranto, 2010, p. 330, tradução nossa).

Deve-se também citar algumas considerações realizadas por Rios (2016). Nesse estudo, a autora analisou um conjunto de dados subnacionais do México com o objetivo de verificar os efeitos econômicos do aumento da criminalidade em determinadas regiões do país. Após a realização da análise econométrica, a autora concluiu que crimes violentos reduzem a diversificação econômica, aumentam a concentração de determinados setores e diminuem a complexidade econômica. Além disso, após conectar esses resultados com uma ampla pesquisa da literatura referente ao assunto, a autora esclarece que:

[...] no curto prazo, a violência pode não necessariamente reduzir o crescimento econômico, mas apenas mudar as fontes dela. Será necessário desenvolver mais trabalhos para avaliar se o crescimento pode continuar no curto prazo, mesmo que a economia seja menos diversificada. Em outras palavras, embora a violência provavelmente reduza o crescimento econômico a longo prazo por meio de reduções na diversificação, no curto prazo, a violência pode deixar o crescimento inalterado. Os efeitos da violência a longo prazo e suas diferenças com relação ao curto prazo são uma agenda promissora que precisa ser explorada (Rios, 2016, p. 11, tradução nossa).

Além disso, apesar de todos os continentes mostrarem países em desenvolvimento liderando rankings como os de taxas de homicídios e desigualdade de renda, grande parte dos estudos relacionando esses dois temas se restringe a países desenvolvidos (Enamorado et al., 2016). Embora não seja a única, uma explicação bastante plausível para essa concentração de estudos em economias ricas trata-se do fato de estes países possuírem tradicionalmente mais confiáveis e detalhadas bases de dados. A modelagem de sistemas complexos possui uma grande vantagem neste sentido, já que, mesmo na inexistência de uma base de dados completa, existe a possibilidade de se desenvolver modelos com desdobramentos teóricos extremamente úteis.

Por fim, deve-se também ressaltar que, ao se permitir uma análise mais aprofundada dos temas em questão por meio de um modelo baseado em agentes, é possível a inclusão das principais variáveis físicas (como renda, educação, trabalho etc.) e psicológicas (vieses, heurísticas etc.) que costumam ser negligenciadas por modelos tradicionais, mas que poderiam influenciar a dinâmica socioeconômica. Isso, conseqüentemente, abre espaço para a obtenção de resultados mais precisos e meios mais eficientes para a atenuação dos efeitos econômicos e sociais da criminalidade, da desigualdade e também da pobreza.

### 3.2 Principais resultados empíricos

O estudo econômico de problemas sociais é complexo e isso muitas vezes explica a grande quantidade de teorias que tentam elucidar um mesmo assunto. Alguns estudos que analisam a desigualdade de maneira isolada, por exemplo, possuem conclusões contrastantes, como o fato de ela poder tanto facilitar quanto retardar o crescimento econômico (Voitchovsky, 2009). Consequentemente, quando são agregados dois ou mais fatores, como desigualdade e pobreza, criminalidade e desigualdade ou criminalidade, desigualdade e pobreza, as dificuldades de análise são naturalmente aumentadas, proporcionando muitas vezes resultados inconclusivos (Hart, 2017).

Mesmo havendo uma maior popularidade de pesquisas tratando a relação entre desigualdade e pobreza, a maioria destas também não apresenta resultados categóricos, deixando de incorporar novas teorias ou mesmo métodos de análise mais avançados. Argumenta-se que a dinâmica entre ambas, inclusive, pode ser bastante enigmática já que “a relação entre pobreza e desigualdade não é clara nem direta e estas não mudam no mesmo ritmo, podendo até mudar em direções opostas” (Beteille, 2003, p. 4455, tradução nossa).

Alguns trabalhos que analisam outras abordagens, como a da interação entre desigualdade e criminalidade, mostram também a existência de causalidade reversa. A causalidade reversa é uma fonte de endogeneidade, e esta, por sua vez, trata-se de um dos maiores desafios enfrentados pelos econométristas. Certos estudos, por exemplo, concluem que a violência pode ampliar a desigualdade e a volatilidade econômica dentro de um país, como no caso em que empresas e indivíduos migram de regiões violentas para regiões mais seguras (Rios, 2016). Em outros casos, a desigualdade se apresenta como um poderoso indutor da violência, já que os ganhos esperados da atividade criminal estão relacionados à riqueza dos alvos potenciais e também porque “[...] a desigualdade socioeconômica é um dos fatores que gera ambientes sociais aversivos e, consequentemente, um comportamento humano deteriorado [...]” (Coccia, 2018, p. 33, tradução nossa).

Além dessas constatações, destacam-se também as de autores que defendem a existência de um complexo aspecto retroalimentador entre os três problemas sociais citados, o que inviabiliza o tratamento destes de forma individual. Hsieh e Pugh (1993), por exemplo, realizaram um amplo trabalho de metanálise contendo 34 estudos de dados agregados relatando crimes violentos, pobreza e desigualdade de renda. A conclusão dos autores foi de que a pobreza e a desigualdade de renda estão associadas a crimes violentos e, além disso, homicídios e agressões podem estar mais intimamente associados à pobreza ou à desigualdade de renda do que o estupro e o roubo.

No caso de Blau e Blau (1982), realizou-se uma regressão de mínimos quadrados ordinários (OLS) sobre dados do ano de 1970 das 125 maiores regiões metropolitanas dos Estados Unidos. O objetivo foi testar a hipótese de que variações nas taxas de violência

criminal urbana resultam em grande parte de desigualdades socioeconômicas entre grupos raciais. Os autores afirmam que as desigualdades socioeconômicas, inter e intrarraciais, são positivamente relacionadas a altos índices de crimes violentos nas regiões metropolitanas estadunidenses. Além disso, quando essas assimetrias distributivas são estatisticamente controladas, a pobreza não se mostra relacionada às taxas de criminalidade. Portanto, [Blau e Blau \(1982\)](#) alegam que atos agressivos de violência parecem resultar não tanto dos potenciais benefícios envolvidos, mas da privação econômica relativa entre indivíduos.

A pesquisa bibliométrica explicitada na Tabela 3.4, mais especificamente os resultados provenientes da busca pelos termos “desigualdade + pobreza + crime”, fornece importantes resultados de trabalhos que se propõem a analisar a complexidade envolvida no estudo desses problemas sociais. A pesquisa retornou como dez principais os seguintes documentos:

Tabela 3.4: Principais trabalhos relacionando desigualdade, pobreza e criminalidade.

	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Revista</b>	<b>Citações</b>
1	Inequality and crime	2000	Morgan Kelly	Review of Economics and Statistics	273
2	Crime and local inequality in South Africa	2005	Demombynes, G. & Özler, B.	Journal of Development Economics	101
3	Socioeconomic conditions and property crime: A comprehensive review and test of the professional literature	1996	Allen, R. C.	American Journal of Economics and Sociology	80
4	Does income inequality lead to more crime? A comparison of cross-sectional and time-series analyses of United States counties	2007	Brush, J.	Economics Letters	54
5	The impacts of neighborhoods on intergenerational mobility II: County-level estimates	2018	Chetty, R. e Hendren, N.	Quarterly Journal of Economics	32
6	Income inequality and violent crime: Evidence from Mexico's drug war	2016	Enamorado, T., López-Calva, L.F., Rodríguez-Castelán, C. e Winkler, H.	Journal of Development Economics	32
7	Breaking the law? Illegal livelihoods from a Protected Area in Uganda	2011	Tumusiime, D.M., Vedeld, P. e Gombya-Ssembajjwe, W.	Forest Policy and Economics	26
8	Economic structure and crime: The case of Japan	1996	Tsushima, M.	Journal of Socio-Economics	21
9	Incidence of forest income on reduction of inequality: Evidence from forest dependent households in milieu of joint forest management	2010	Das, N.	Ecological Economics	18
10	Inequality and criminality revisited: Further evidence from Brazil	2010	Sachsida, A., De Mendonça, M.J.C., Loureiro, P.R.A. e Gutierrez, M.B.S.	Ecological Economics	18

Fonte: Compilado pelo autor a partir da base de dados Scopus.

O mais referenciado deles, [Kelly \(2000\)](#), realizou um estudo econométrico usando a técnica de regressão de Poisson para dados de crimes violentos e contra a propriedade fornecidos pelo FBI. De acordo com o autor, diferente do que acontece com a maioria dos trabalhos (que consideram apenas custos de longo prazo), o estudo investigou um custo muito mais imediato da desigualdade, ao investigar sua relação com o crime. Os resultados encontrados foram de que, no caso dos crimes violentos, o impacto da desigualdade é alto, mesmo controlados os efeitos de pobreza, raça e composição familiar. Por outro lado, a pobreza e a atividade policial tiveram efeitos significativos no crime de propriedade, mas pouco expressivos no crime violento. Além disso, o autor ressalta que “embora a maioria dos crimes seja cometida pelos membros mais desfavorecidos da sociedade, esses indivíduos enfrentam maior pressão e incentivos para cometer crimes em áreas de alta desigualdade” ([Kelly, 2000](#), p. 537, tradução nossa). Kelly ressalta ainda que o crime de propriedade é bem explicado pela teoria econômica do crime, enquanto o crime violento é melhor explicado pelas teorias de tensão e desorganização social.

O segundo trabalho mais citado trata-se de [Demombynes e Özler \(2005\)](#), no qual foi examinada a relação entre crime e bem-estar econômico na África do Sul. Utilizando dados do censo e de 1066 jurisdições policiais sul-africanas, os autores desenvolvem um trabalho econométrico pela regressão binomial negativa. O resultado encontrado foi o fato de que a desigualdade está fortemente correlacionada com o crime de propriedade e o crime violento, o que é consistente com as teorias sociológicas que implicam que a desigualdade leva ao crime violento. Os autores também indicam que a desigualdade está correlacionada com o crime de propriedade principalmente através de sua associação com os retornos diferenciais do crime e que os indivíduos podem viajar para cometer crimes contra a propriedade (se deslocar da região de origem para não ser reconhecido). Segundo [Demombynes e Özler \(2005\)](#), diferente do que acontece em [Blau e Blau \(1982\)](#), as evidências encontradas estão em desacordo com a noção de que são principalmente as desigualdades inter e intrarraciais que promovem conflitos interpessoais.

O trabalho de [Allen \(1996\)](#) é o terceiro mais mencionado da pesquisa na base Scopus. Utilizando como técnica o modelo auto-regressivo integrado de médias móveis (ARIMA), o autor desenvolve um modelo de séries temporais para roubo, furto e roubo de veículos a partir de dados anuais divulgados pelo FBI entre os anos de 1959 e 1992. Segundo o autor, embora a literatura sobre crimes indique hipóteses variadas e muitas vezes opostas de relações entre crimes contra propriedade e condições socioeconômicas, como pobreza e estrutura familiar, foi possível encontrar resultados relevantes. Um destes resultados é o fato de que apenas uma redução na taxa de inflação, que costuma ser ignorada em trabalhos dessa temática, já seria suficiente para criar um efeito estatisticamente significativo de redução da taxa de crimes contra a propriedade. Por outro lado, a redução da taxa de desemprego cíclica, que segundo [Allen \(1996\)](#) costuma ser mostrada na literatura como relevante para a redução da criminalidade, gera resultados variados: enquanto os furtos e

roubos em geral caem, os roubos de veículos sobem em resposta a mudanças na taxa de desemprego.

Como quarto trabalho mais citado encontra-se [Brush \(2007\)](#). O autor utiliza dados de diferentes regiões dos Estados Unidos para avaliar os efeitos da desigualdade de renda sobre o crime. [Brush \(2007\)](#) não pôde fazer conclusões específicas a respeito da relação entre desigualdade e crime pelo fato de terem sido encontrados resultados divergentes entre as técnicas de dados transversais e primeira diferença: enquanto a desigualdade de renda esteve positivamente associada às taxas de criminalidade na análise de dados transversais, observou-se negativamente associada às taxas de criminalidade na análise das séries temporais. Segundo o autor, uma provável causa deste resultado é a tendenciosidade na estimação dos coeficientes. Apesar disso, [Brush \(2007\)](#) afirma que sua conclusão sugere que deve ser dada maior atenção à identificação de muitos fatores que afetam o crime antes de concluir que a desigualdade de renda é a culpada.

No caso de [Chetty e Hendren \(2018\)](#), que se apresenta como quinto trabalho mais referenciado, os autores realizam um estudo envolvendo mais de cinco milhões de famílias estadunidenses (utilizando dados de registros fiscais referentes ao período de 1996 a 2012). O trabalho apresenta evidências de que o bairro onde determinada criança cresce pode afetar a mobilidade intergeracional através dos efeitos da exposição infantil a problemas sociais. Ao estimarem um modelo de efeitos fixos para famílias que se deslocam com filhos de diferentes idades entre condados dos EUA, [Chetty e Hendren \(2018\)](#) mostram que, a cada ano de exposição de uma criança a um município melhor, aumenta-se a renda na idade adulta em 0,5%. Portanto, crescer em um município que gere melhor qualidade de vida desde o nascimento aumenta a renda de uma criança em aproximadamente 10%. Esses resultados obtidos são referentes às crianças que cresceram em famílias posicionadas no 25º percentil da distribuição de renda.

O sexto artigo mais mencionado, [Enamorado et al. \(2016\)](#), teve por objetivo examinar o efeito da desigualdade nas taxas de criminalidade no contexto da guerra às drogas no México. Utilizando dados de mais de 2000 municípios que abrangem um período de 20 anos (provenientes da SNSP mexicana), os autores aplicam o modelo de regressão de mínimos quadrados em dois estágios (2SLS) para identificar o efeito causal da desigualdade sobre o crime. As estimativas de [Enamorado et al. \(2016\)](#) indicam que um incremento de um ponto no coeficiente de Gini entre 2007 e 2010 se traduz em um aumento de mais de 36% no número de homicídios relacionados a drogas por 100.000 habitantes. Deve-se ressaltar que, para evitar problemas relacionados à causalidade reversa, os autores construíram uma variável instrumental que está correlacionada com mudanças na desigualdade local, mas que não está associada a mudanças nas taxas de criminalidade. Segundo [Enamorado et al. \(2016\)](#), o motivo para que o efeito da desigualdade sobre o crime tenha sido maior durante a guerra às drogas instaurada no país é provavelmente relacionado ao aumento da renda potencial extraída do crime e pela expansão das oportunidades de emprego no setor ilegal,

através da proliferação de organizações de narcotráfico (DTO's), acompanhadas por um declínio nas oportunidades legais de trabalho e uma redução na probabilidade de ser pego devido às restrições de recursos enfrentadas pelo sistema de aplicação da lei.

Na sétima posição entre os trabalhos mais citados relacionados a criminalidade, desigualdade e pobreza encontra-se [Tumusiime et al. \(2011\)](#). O estudo teve por objetivo analisar como a população de determinados locais de Uganda ganha a vida, concentrando-se nas regiões onde ocorre coleta ilegal de recursos de uma floresta após sua declaração como área protegida por parte de entidades governamentais. De acordo com os autores, que realizaram pesquisas domiciliares, e depois aplicaram um modelo de regressão logit fracionário sobre esses dados, os recursos de áreas protegidas utilizados por famílias pobres reduziram a desigualdade de renda, bem como a incidência e a profundidade da pobreza. Segundo [Tumusiime et al. \(2011\)](#), as pequenas reduções na incidência de pobreza encontradas (cerca de 5 pontos percentuais para as famílias mais pobres analisadas) sugerem que os recursos florestais podem não ser considerados como caminho para sair da pobreza, mas a medida da profundidade da pobreza mostra que os recursos florestais têm um impacto significativo em ajudar a tornar os pobres menos pobres.

O estudo de [Tsushima \(1996\)](#), oitavo mais referenciado na pesquisa bibliométrica realizada, teve por objetivo analisar o impacto da pobreza, da desigualdade econômica e do desemprego nas taxas de homicídio, roubo e furto em cidades japonesas. Ao realizar uma análise de regressão múltipla o autor considera que, apesar de as taxas de criminalidade no Japão serem baixas mesmo com a industrialização vigorosa pós Segunda Guerra Mundial, foi possível obter importantes indícios de relações existentes entre a criminalidade e os demais problemas sociais analisados no trabalho. Foi encontrada relação positiva significativa entre as taxas de desemprego e homicídios e assaltos, e entre o grau de desigualdade econômica e furto. Por outro lado, o nível de pobreza mostrou-se correlacionado significativamente (de maneira positiva) apenas com homicídios. Diante disso, [Tsushima \(1996\)](#) lembra que as políticas econômicas precisam ser implantadas não apenas considerando objetivos de curto prazo, mas também observando o potencial de mudanças econômicas estruturais na vida das pessoas.

Em nono lugar entre os textos mais mencionados encontra-se [Das \(2010\)](#). Assim como [Tumusiime et al. \(2011\)](#), este estudo teve por objetivo analisar a importância da renda obtida da floresta na redução da desigualdade. Nesse caso, porém, a região em análise é o estado de Bengala Ocidental, na Índia. Ao analisar dados referentes a famílias dependentes da floresta e que realizam manejo florestal conjunto, [Das \(2010\)](#) descobriu que a renda florestal obtida reduz a desigualdade de renda em cerca de 12%. Diante desse resultado, o autor afirma que a renda florestal (sobretudo obtida por meio de manejo conjunto) desempenha o papel importante na redução da desigualdade de renda medida para as famílias que são relativamente pobres em ativos e que também para aquelas que vivem abaixo da linha de pobreza.



Por fim, o décimo trabalho mais citado e único representante brasileiro da lista trata-se de [Sachsida et al. \(2010\)](#). Utilizando, entre outras fontes de dados, IBGE (inclusive da pesquisa PNAD) e SUS, os autores tiveram como objetivo tentar esclarecer os determinantes das taxas de criminalidade no Brasil. A partir de dados de estados brasileiros, os autores realizaram uma regressão por método de dados em painel, a partir da qual concluíram que a desigualdade de renda desempenha um papel importante na determinação da taxa de criminalidade e que as taxas de desemprego e de urbanização estão positivamente relacionadas ao crime. Foi também realizada uma regressão pelo método GMM e, a partir dela, [Sachsida et al. \(2010\)](#) chegaram às seguintes conclusões: em primeiro lugar, detectaram a existência de um “efeito inercial” sobre a criminalidade, ou seja, os homicídios passados têm influência sobre o comportamento criminoso corrente. Em segundo lugar, os autores argumentam que não conseguiram encontrar evidências de que a pobreza aumente crimes violentos.

Apresentadas as principais considerações empíricas a respeito de criminalidade, desigualdade e pobreza, torna-se importante agora descrever a metodologia utilizada por este estudo, bem como mostrar como os trabalhos em ABM analisam estes problemas sociais. A Seção 4.1 apresenta a definição e algumas características importantes de simulações multiagente. Por conseguinte, a Seção 4.2 traz alguns exemplos de trabalhos relevantes em *agent-based modelling* que possuem pelo menos um desses problemas sociais como objeto de análise.

## 4 Criminalidade, Desigualdade e Pobreza em Simulações Multiagente

A modelagem baseada em agentes (mais especificamente, a economia computacional baseada em agentes - ACE) é considerada hoje um dos métodos mais avançados de análise para aqueles temas em que a economia tradicional apresenta dificuldades de análise (Epstein, 1999). Na verdade, essa consideração está ligada ao fato de os principais economistas de complexidade, como Arthur (2013) argumentarem que a ausência de equilíbrio é o estado natural da economia, já que “[...] a economia está sempre em um estado de fluxo, em constante evolução e mudança [...] [por] duas razões principais: [...] uma é a incerteza fundamental<sup>1</sup>, a outra é a inovação tecnológica” (Schasfoort, 2017, *online*, tradução nossa).

Apesar de todas essas e das demais considerações que são feitas a seguir, a respeito das vantagens da abordagem complexa de sistemas econômicos, deve-se ressaltar que o objetivo desta pesquisa não é questionar todos os avanços obtidos na literatura econômica até o momento. O que está sendo considerado é a importância da abordagem da complexidade como uma ferramenta aliada ao ferramental econômico tradicional na resolução de problemas de ordem analítica. Diante disso, serão apresentadas algumas definições e características importantes para o entendimento dos modelos computacionais econômicos baseados em agentes.

### 4.1 Definindo simulações multiagente

Como visto, a consideração de uma economia como sistema evolutivo complexo é característica básica da economia da complexidade, que surgiu nos anos 1980 e ganhou um grande impulso recente devido à dificuldade dos modelos econômicos tradicionais em prever a crise financeira global de 2008 (Bouchaud, 2008). De fato,

<sup>1</sup>“O conceito de incerteza (fundamental) foi introduzido na economia por Knight (1921) e Keynes (1921, 1936 e 1937). Eles achavam que deveria ser feita uma distinção entre risco e incerteza. No caso de risco, todos os possíveis eventos futuros ou consequências de uma ação ou decisão são conhecidos. Portanto, podemos calcular a probabilidade de que esse evento realmente se materialize. No entanto, existem muitas situações em que não conhecemos todos os resultados possíveis. Nessas situações de incerteza, o cálculo de probabilidade não tem base sólida” (Schasfoort, 2017, *online*, tradução nossa).

A noção de que as economias financeiras são sistemas complexos pode ser rastreada pelo menos desde Adam Smith no final da década de 1700. Mais recentemente, John Maynard Keynes e seus seguidores tentaram descrever e quantificar essa complexidade com base em padrões históricos. A economia keynesiana desfrutou de um apogeu nas décadas após a Segunda Guerra Mundial, mas foi forçada a sair da corrente principal depois de falhar em um teste crucial em meados dos anos setenta [...] Robert Lucas e outros argumentaram em 1976 que os modelos keynesianos haviam falhado porque negligenciaram o poder da aprendizagem e adaptação humanas [...] Durante o último quartel do século XX, “expectativas racionais” emergiram como paradigma dominante na economia. Essa abordagem pressupõe que as pessoas têm acesso perfeito às informações e se adaptam instantânea e racionalmente a novas situações, maximizando sua vantagem pessoal a longo prazo. É claro que as pessoas reais geralmente agem com base no excesso de confiança, no medo e na pressão dos colegas - tópicos que a economia comportamental está abordando agora (Farmer e Foley, 2009, p. 685, tradução nossa).

Economia da complexidade e economia comportamental, inclusive, não devem ser tratadas como temáticas totalmente independentes ou autônomas. À medida em que o fundador da economia comportamental moderna, Heber Simon considerou a impossibilidade de racionalidade total por parte dos agentes econômicos, a teoria moderna de complexidade oferece uma abordagem alternativa promissora para entender os diversos subtemas comportamentais. Isso acontece porque a economia da complexidade permite que respostas comportamentais específicas sejam atribuídas a agentes que interagem em determinado contexto, mesmo sem a presença de racionalidade total (Rosser Jr e Rosser, 2015). Em outras palavras, embora cada escola explore a economia em um nível diferente de análise, estes níveis são fortemente complementares: a economia comportamental analisa como os indivíduos tomam decisões, enquanto a economia da complexidade procura entender como as decisões que os indivíduos tomam se combinam e evoluem para criar mudanças significativas na economia (Sloan, 2018).

Na verdade, uma importante ferramenta utilizada para explorar os sistemas complexos trata-se da modelagem baseada em agentes. Diferente dos modelos estruturados por equações de uma população agregada, os modelos baseados em agentes (*agent-based models* - ABM) têm como foco as ações de indivíduos heterogêneos (agentes), sejam pessoas, firmas, países etc. Dessa forma, os comportamentos da população emergem da ação e das interações de cada um dos agentes do modelo. De acordo com Macal e North (2010, p. 152, tradução nossa), um modelo baseado em agentes típico é estruturado por três elementos:

- (1) Um conjunto de agentes, seus atributos e comportamentos; (2) Um conjunto de relacionamentos e métodos de interação entre os agentes: uma topologia subjacente de conexão que define como e com quem os agentes interagem; (3) O ambiente dos agentes: além de interagir com outros agentes, os agentes interagem com seu ambiente.

Tendo em vista esta estrutura básica, os pesquisadores em ABM afirmam que a criação de modelos eficazes requer um mundo real que tenha estrutura suficiente para que alguns detalhes possam ser ignorados. Isso implica que há nos modelos bem estruturados “[...] blocos de informações sólidos e estáveis que encapsulam partes fundamentais do

comportamento do sistema real” (Miller e Page, 2007, p. 35, tradução nossa). Assim, por mais desenvolvido que um modelo seja, este deve se ater fundamentalmente a uma simplificada, mas melhor possível representação do mundo real.

Uma vez que um determinado modelo tenha sido especificado, surge a questão de analisar seus desdobramentos operacionais. A este respeito, os modelos de simulação diferem radicalmente dos modelos analíticos tradicionais. As simulações “afirmam” proposições gerais sobre a dinâmica do modelo a partir apenas de observações pontuais. Mesmo assim, embora estas consistam em um conjunto bem definido de funções que inequivocamente afetam a macro-dinâmica do sistema, elas não oferecem um conjunto compacto de equações e nem uma solução algébrica inevitável (Leombruni e Richiardi, 2005).

Além de técnicas de calibração, um dos principais procedimentos tomados pelos especialistas em simulação social trata-se da análise de sensibilidade, termo geralmente usado para descrever um conjunto de métodos empregados para alterar os valores de entrada do modelo de várias maneiras. Tais análises estão incluídas na etapa de validação de quase todas as simulações técnicas (Law et al., 1991) e revelam possíveis variações nos resultados e orientam futuras pesquisas, destacando os processos mais importantes para uma investigação mais aprofundada. Dentre os principais métodos de análise de sensibilidade, podem ser citados (Richiardi et al., 2006, p. 4-24, tradução nossa):

(a) Variação de sementes aleatórias: teste do efeito de elementos aleatórios no modelo, repetindo uma simulação usando sequência diferente de números aleatórios gerados por computador para cada execução; (b) Variação do nível de ruído: teste dos efeitos da variação em elementos estocásticos do modelo variando a distribuição de ruído [...]; (c) Variação de parâmetro: embora os ajustes ao tipo e nível de ruído sejam casos particulares de variação de parâmetro, os parâmetros são usados para se referir a uma faixa muito mais ampla de elementos fixos ou quase fixos nos modelos [...] Os parâmetros podem ser “físicos” (o tempo entre a concepção e o nascimento em uma simulação demográfica), “cognitivos” (a taxa de esquecimento durante alguma tarefa de tomada de decisão) e “comportamentais” (a regra usada pelos consumidores para relacionar o consumo atual à renda atual); (d) Variação do modelo temporal: a fim de simplificar os processos sociais para simulação, muitas vezes é desejável fazer suposições sobre a ordem das ações e se elas ocorrem em tempo discreto ou contínuo [...]; (e) Variação no nível de agregação de dados: [...] tradicionalmente, dados microeconômicos conflitantes não podem ser usados para criticar diretamente os modelos macroeconômicos, porque seus efeitos agregados não podem ser facilmente explorados. A simulação permite realizar esse processo por meio dos dados agregados gerados pelo modelo a serem comparados diretamente às distribuições de comportamento individual; (f) Variação nos processos de decisão e capacidades dos agentes: a maioria dos tipos de análise de sensibilidade discutidos até agora faz sentido apenas no contexto de abordagens baseadas em equações “tradicionais” para modelagem. No entanto, abordagens baseadas em agentes como a Inteligência Artificial Distribuída e a Teoria Evolutiva dos Jogos permitem investigar os efeitos agregados das interações entre agentes individuais com diferentes processos e capacidades de decisão [...]; (g) Variação do tamanho da amostra: teste do efeito do tamanho da amostra no modelo repetindo uma simulação usando um tamanho de amostra diferente para cada execução. Especialmente, a saída do modelo pode variar com pequenas amostras.

O processo de análise de sensibilidade está para a modelagem baseada em agentes assim como a análise de robustez está para os modelos econométricos. Com este procedimento é possível verificar quão ajustado à realidade o modelo está, bem como encontrar possíveis falhas dentro dos códigos da programação. Quando os códigos são construídos a partir de resultados empíricos anteriores ou teorias pré-estabelecidas, a análise de sensibilidade também se mostra importante para verificar possíveis afastamentos indesejáveis das teorias de referência (respeitando, obviamente, os possíveis novos resultados que podem emergir da simulação multiagente).

## 4.2 Publicações relevantes em ABM

Quanto à aplicação desta temática aos processos de simulação, pode-se citar diversos exemplos de autores que trabalharam com simulações multiagente, embora de maneira separada, nos temas abordados por esse estudo. [Palagi \(2016\)](#) analisou as relações entre desigualdade e dinâmica macroeconômica em um ambiente caracterizado pelo racionamento de crédito. No modelo da autora, o sistema foi caracterizado por agentes heterogêneos em termos de riqueza, renda e propensões marginais a consumir. A análise se inicia com uma situação de desigualdade muito baixa e, então, um choque de desigualdade é introduzido. As principais conclusões foram de que o choque de desigualdade piorou persistentemente o desempenho da economia devido ao consumo reduzido.

O tema da desigualdade também é tratado em [Caiani et al. \(2017\)](#). Esse texto analisa a relação entre desigualdade de renda e riqueza e desenvolvimento econômico. Para isso, divide os agentes em trabalhadores de escritório, pesquisadores e executivos que competem em mercados de trabalho segmentados. Além disso, consideram-se diferentes classes de domicílios com diversificadas propensões médias a consumir e poupar. Os resultados dos experimentos de simulação sugerem que esquemas tributários mais progressivos e políticas de mercado de trabalho visando aumentar a coordenação dos trabalhadores de renda média e baixa contribuem para fomentar o desenvolvimento econômico e reduzir a desigualdade.

Além disso, ainda no contexto da desigualdade, pode-se também citar [Cardaci et al. \(2015\)](#). Nessa obra, por meio de um modelo macroeconômico com setor doméstico baseado em agentes, analisou-se o impacto do aumento da desigualdade de renda sobre a probabilidade de uma crise em contextos institucionais diferentes. Em particular, estudou-se como as crises econômicas emergem na presença de diferentes condições de crédito e reações políticas ao aumento das disparidades de renda. As simulações feitas pelos autores mostraram relevância no grau de financeirização de uma economia e também que, quando a desigualdade cresce, a baixa disponibilidade de crédito implica uma queda na demanda e na produção agregadas; por outro lado, restrições de crédito relaxadas e uma maior disposição para emprestar resultam em maior instabilidade financeira e um ciclo de

expansão e contração da dívida. No trabalho também foi salientado que as reações políticas têm um papel fundamental: uma reforma estrutural real que lide com a desigualdade, por meio de um sistema tributário mais progressivo, realmente compensa o aumento das disparidades de renda, estabilizando a economia.

Ao fazerem uma ponte entre criminalidade e desigualdade, alguns autores mostram que o determinante ambiental mais bem estabelecido dos níveis de crimes é a escala de diferenças de renda entre ricos e pobres, ou seja, sociedades mais desiguais tendem a ser mais violentas. Além de mais crimes, as pessoas em sociedades mais desiguais tendem a confiar menos umas nas outras e são menos propensas a se envolverem na vida comunitária. Não apenas a vida em comunidade é mais forte onde há menos desigualdade, mas existe inclusive, menos hostilidade e discriminação contra as minorias e contra as mulheres (Wilkinson, 2000).

No caso da violência especificamente, embora os estudos sejam menos frequentes do que os da desigualdade, também existem alguns exemplos de autores que tentam mostrar, por meio de modelos baseados em agentes, a interação desse problema tanto com o crescimento econômico quanto com as tentativas governamentais de se promoverem políticas combativas eficientes. Pode ser mostrado, por exemplo, o trabalho de Findley et al. (2010), que buscaram explicar quais ações dos governos estimulam ou acalmam uma insurgência e como a dinâmica populacional afeta a ascensão e a queda da insurgência.

A dissertação de De Paula (2018) também tratou do tema da criminalidade, investigando como as conexões do indivíduo dentro de uma rede social (*social network*) podem influenciar a decisão por cometer crimes, ao afetar a escolha relacionada aos ganhos e riscos associados a essa ação. O autor chegou à conclusão de que o modelo se ajustou bem à realidade, mostrando que o comportamento criminoso pode ser explicado pela junção de teoria econômica do crime e teoria do aprendizado social. Além disso, constatou-se que o aumento das taxas de resolução de crimes foi o que se mostrou mais significativo para a redução das taxas de roubo e que é necessário pensar políticas públicas também num contexto de longo prazo. O autor reforça que o modelo pode ser estendido visando a aplicação de outras políticas e interações, como por exemplo, de que maneira os índices de educação afetam a violência.

De maneira mais específica nos estudos de crimes violentos baseados em agentes, pode-se citar Pint et al. (2010). O foco deste trabalho esteve no surgimento de atividades criminosas devido às necessidades humanas não satisfeitas daqueles que vivem nas favelas do Rio de Janeiro. Um modelo baseado em agentes foi desenvolvido para explorar como as necessidades humanas, os fatores ambientais e os atributos individuais afetam os comportamentos em nível de estado. O surgimento do crime organizado foi observado como criminosos “comuns” que se transformam em membros de gangues. Os autores concluíram que a prevenção de conflitos requer políticas que antecipem respostas e evitem confrontos. O modelo desenvolvido, inclusive, criou a capacidade de prever potencialmente

o início da violência onde ela ainda não existe ou entender a fonte do conflito naquelas áreas que já estão em meio à violência.

É possível perceber, pelos diversos trabalhos citados, que a literatura econômica dos modelos baseados em agentes apresentou espalhamento para as mais diversas subáreas de pesquisa. Mesmo assim, estudos que ligam criminalidade, desigualdade e pobreza, três assuntos potencialmente inter-relacionados, ainda são raros. Entre outros, é por esse motivo que o desenvolvimento dessa pesquisa adquire um teor relevante, configurando-se como uma possível fonte de contribuição acadêmica. Contribuição, inclusive, na ampliação da análise fornecida por estudos econométricos recentes, como *Growth Volatility and Inequality in the U.S.: A Wavelet Analysis* de [Chang et al. \(2019\)](#), que, ao analisarem uma base de dados norte-americana com início em 1917 e término em 2014, encontraram evidências de correlação positiva entre variação nas taxas de crescimento econômico e desigualdade.

O capítulo a seguir tem como principal função apresentar em detalhes os principais mecanismos de funcionamento do modelo desenvolvido por esta pesquisa. Na primeira seção demonstram-se as características relacionadas ao ambiente de simulação, ou seja, propriedades do território onde a simulação ocorre (por exemplo, a maneira como as famílias de cada classe social têm sua localização de moradia determinada). A seção seguinte apresenta as características mais relevantes referentes a cada um dos subgrupos da sociedade em questão (idade, proporção do subgrupo na população total etc.). Na terceira seção, a estratégia de agregação de crescimento econômico e desemprego ao modelo é exibida. A quarta seção abrange detalhes referentes a roubos de pessoas e casas, bem como a maneira como cada um desses tipos de roubo se relacionam. Por fim, apresentados todos os aspectos implícitos ao modelo, na última seção são retratados os padrões de movimentação de cada grupo de agentes, bem como considerações a respeito de estratégias de policiamento variadas.

## 5 Descrição do Modelo Desenvolvido

É essencial ao entendimento por parte do leitor de qualquer trabalho relacionado a modelos baseados em agentes a explicitação mais minuciosa possível do modelo desenvolvido. Um dos principais motivos para isso é o fato de modelos baseados em agentes geralmente apresentarem em sua estrutura dezenas de dinâmicas implícitas que não podem ser facilmente visualizadas ou deduzidas. É por este motivo que o capítulo em questão foi dividido em 5 seções distintas.

Deve-se observar que nem todas as dinâmicas descritas a seguir foram efetivamente implantadas no modelo final simulado (esses casos serão individualmente apontados no decorrer do capítulo). Algumas dessas dinâmicas, que estariam além do escopo deste trabalho, foram apresentadas como inovações a serem implantadas em trabalhos futuros, conforme percepções obtidas durante o próprio desenvolvimento desta pesquisa ou também por considerações dessa natureza realizadas por autores já referenciados.

### 5.1 Ambiente de simulação

O modelo desenvolvido neste trabalho de dissertação tem como ambiente representativo uma cidade em plano bidimensional. Através do uso do software de simulação computacional Netlogo (versão 6.1.1), foi desenvolvida essa economia simplificada composta por: (a) grupo de cidadãos, contendo trabalhadores, desempregados, estudantes, criminosos e policiais, (b) grupo de firmas, (c) escolas e (d) prisão. Cada agente interage conforme regras comportamentais individuais pré-estabelecidas.

A localização tanto dos indivíduos quanto de suas residências é determinada de modo aleatório dentro de subespaços específicos (equivalentes a bairros), sendo que cada casa é composta por, no máximo, dois adultos (sem restrição para a quantidade de adolescentes, que representam os filhos de determinado casal).

Assim como em [De Paula \(2018\)](#), a distribuição dos agentes ocorre de tal maneira que indivíduos de classes sociais semelhantes se aglomeram em mesmas regiões, como demonstra a [Figura 5.1](#). Na região central, de cor mais escura, concentram-se pessoas da classe social mais alta (A) enquanto nas áreas de cor mais clara estão presentes pessoas de classe social mais baixa (E). Desta forma, nesse território os indivíduos são divididos em cinco classes sociais: A, B, C, D, E.



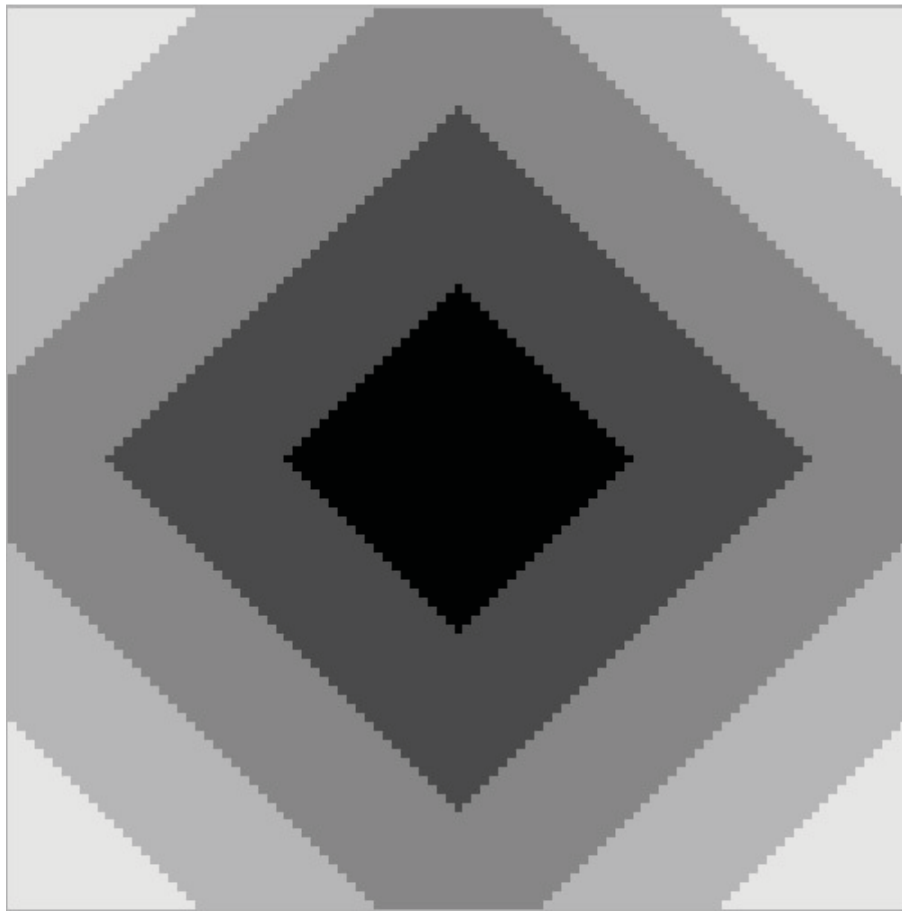


Figura 5.1: Delimitação regional por classe social.

Fonte: Elaboração própria a partir do software Netlogo.

Uma vez que a unidade temporal do modelo é definida em “horas”, a maioria dos agentes interage em horários predeterminados e suas funções ocupacionais são distribuídas nas 24 horas do dia. A escolha da unidade temporal (denominada de maneira nativa no software como *tick*<sup>1</sup>) em formato de “horas” baseou-se, entre outros, no trabalho realizado por [Lukas \(2019\)](#), que simulou a interação em tempo real de pedestres e veículos no trânsito de uma cidade fictícia.

Diante destas características iniciais do ambiente de simulação, já é possível realizar a introdução da interface do modelo. Embora muitas das definições (tanto espaciais quanto comportamentais) dos agentes não sejam explicitadas na interface demonstrada na Figura 5.2, a apresentação desta tem a importância de tornar o leitor mais próximo das dinâmicas que ocorrem durante as simulações, uma vez que existem comandos que dependem tanto de interações físicas dos agentes como também de distribuições de probabilidade (sem a interferência da localização do indivíduo).

---

<sup>1</sup>Na linguagem de programação utilizada no software Netlogo, o termo *tick* se refere a uma espécie de “cronômetro” do modelo. A cada *tick*, todos os comandos listados no código de programação são executados novamente.

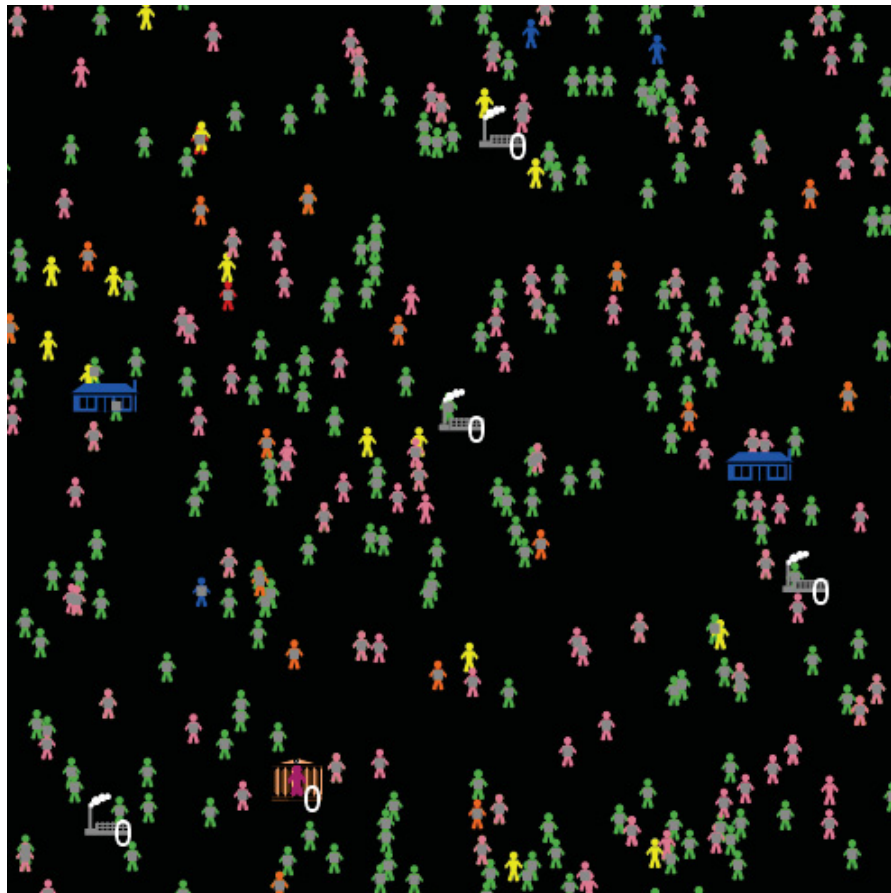












Figura 5.2: Ambiente de simulação.

Fonte: Elaboração própria a partir do software Netlogo.

A Figura 5.2 demonstra todos os agentes e instituições incluídos no modelo: casas, firmas, escolas, prisão, trabalhadores, estudantes, desempregados ativos, desempregados desalentados, infratores e policiais. Cada um destes componentes são individualmente identificados na Tabela 5.1. É possível perceber que não existe delimitação física da cidade por ruas, quadras ou bairros. Isso, porém, não afeta a dinâmica da relação entre os agentes, uma vez que determinado agente só entra em contato com outro se o respectivo comando de interação for ativado.

Tabela 5.1: Identificação visual dos componentes do modelo.

Agente/Instituição	Imagem correspondente
Casas	
Firmas	
Escolas	
Prisão	
Trabalhadores	
Estudantes	
Desempregados ativos	
Desempregados desalentados	
Infratores	
Policiais	

Fonte: Elaboração própria.

Identificados visualmente os componentes do modelo, torna-se importante relatar, da Figura 5.2, que as casas são distribuídas aleatoriamente. Sob os locais onde estas estão representadas, embora apareça apenas um agente em forma de pessoa, podem existir outros agentes no mesmo local (moradores da mesma residência empilhados para melhor representação).

Além disso, o território é composto por até cinco firmas (número aleatório entre 1 e 5). Os números apresentados à direita destas representa o número de pessoas empregadas no local a cada momento da simulação. A cidade conta ainda com duas escolas em seu território. Como não há diferenciação de qualidade de educação entre ricos e pobres, todas as crianças e adolescentes (salvo determinados casos que serão discutidos mais à frente) são aleatoriamente enviados para qualquer uma dessas instituições.

## 5.2 Características básicas dos agentes

É necessário, antes de se realizar a apresentação individual dos grupos de agentes do modelo, introduzir as características que são comuns a todos os indivíduos. Na verdade, quase todos os aspectos assumidos por esses agentes foram extraídos de relatórios oficiais de instituições governamentais estadunidenses, com o objetivo de tornar o modelo mais próximo possível da realidade. Evitou-se também a mistura de dados de muitos países, uma vez que, conforme [Sen \(2008\)](#), problemas sociais podem assumir características muito singulares em cada país, devendo ser vistos em conjunto com divisões entre fatores como nacionalidade, cultura e religião.

O motivo da escolha dos Estados Unidos como país de referência está ligado, principalmente, ao fato de, como sendo um país desenvolvido, este possuir numerosas e detalhadas estatísticas de interesse deste estudo. Soma-se a isso o fato de muitos dos trabalhos considerados referência na literatura sobre criminalidade e desigualdade estarem pautados em informações também fornecidas por instituições estadunidenses (como é o caso de [Becker \(1968\)](#), [Ehrlich \(1973\)](#) e [Kelly \(2000\)](#)).

### 5.2.1 Idade

A distribuição de idade dos agentes segue a mesma fornecida pelo *U.S. Census Bureau*, de acordo com o último censo nacional realizado nos Estados Unidos em 2010. De acordo com o documento divulgado pela instituição, entre 2000 e 2010 a população estadunidense cresceu 9,7%, atingindo 308,7 milhões em abril de 2010<sup>2</sup>. O texto ainda ressalta que a faixa etária que mais apresentou crescimento nesses 10 anos foi a situada entre 45 e 64 anos (crescimento de 31,5%)<sup>3</sup>.

Foram realizadas apenas duas reconfigurações nos dados do censo norte-americano. A primeira delas se refere à atribuição de uma idade mínima para os agentes (6 anos), ou seja, como um dos objetivos do modelo é avaliar o impacto da educação sobre os problemas sociais estudados, um agente morto é substituído por alguém da mesma classe social, mas com a idade inicial de 6 anos (nível mínimo para ingresso no sistema educacional). Além

<sup>2</sup>As estimativas mais recentes do Departamento do Censo dos Estados Unidos são de que a população tenha atingido o número de 330 milhões no último bimestre do ano de 2019 ([Census, 2019](#)).

<sup>3</sup>A explicação dada pelo *U.S. Census Bureau* para a grande ampliação dessa faixa etária está no *Baby Boom*. Este termo se refere ao aumento da taxa de natalidade ocorrida entre 1946 e 1964, sobretudo nos Estados Unidos, Europa (principalmente Grã Bretanha e França), Canadá e Austrália. Na verdade, “as dificuldades e as incertezas da Grande Depressão e da Segunda Guerra Mundial levaram muitos casais solteiros a adiar o casamento e muitos casais a adiar o nascimento dos filhos. O fim da guerra, seguido por um período sustentado de prosperidade econômica (década de 1950 e início da década de 1960), foram acompanhados por um aumento da população. O tamanho da geração *baby boom* (cerca de 75 milhões) aumentou seu impacto na sociedade: o crescimento das famílias levou a uma migração das cidades para os subúrbios nos anos pós-guerra, provocando um boom na construção de moradias, escolas e shoppings” ([Wallenfeldt, 2019, online](#), tradução nossa). Dessa forma, entre 2000 e 2010 houve a passagem dessa geração para a faixa etária dos 45 aos 64 anos, o que gerou forte aumento de pessoas dessa idade na primeira década do século XXI.

disso, existe também uma idade máxima para os agentes (idade de aposentadoria). Dessa forma, quando os agentes saem do mercado de trabalho, atingindo 67 anos (idade padrão para aposentadoria nos Estados Unidos para nascidos após 1960), são automaticamente substituídos por crianças de 6 anos de idade em classe social idêntica. Como mostra a Tabela 5.2, é possível sumarizar a distribuição etária do modelo da seguinte forma:

Tabela 5.2: Distribuição etária da população.

Idade	Percentual da população
6-17 anos	24%
18-24 anos	9,9%
25-44 anos	26,6%
45-67 anos	39,4%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do *U.S Census Bureau*.

Percebe-se, portanto, que pessoas com idade inferior aos 6 anos foram incluídas no intervalo dos 6 aos 17 anos. Da mesma forma, indivíduos com idade acima dos 67 anos foram inseridos no intervalo dos 45 aos 67 anos. Essas foram, portanto, as duas únicas alterações realizadas nos dados do *U.S. Census Bureau*, com o objetivo de tornar a idade da população padronizada aos objetivos deste trabalho.

### 5.2.2 Função social

Embora não haja diferenciação de indivíduos em termos de sexo, cada um destes possui uma participação específica na população total com respeito à sua função social. A participação só é fixa inicialmente para trabalhadores e prisioneiros (os demais grupos de agentes poderão ter seu tamanho inicial manipulado com o objetivo de se realizar simulações para diferentes cenários). Como a Tabela 5.3 revela, a população é composta por 48,1% de trabalhadores, número extraído dos dados mais recentes divulgados pelo *U.S. Bureau of Labor Statistics* (BLS, 2020). A população inicial de prisioneiros assume o valor atualmente vigente nos Estados Unidos. De acordo com dados do *World Prison Brief* e *Bureau of Justice Statistics*, compilados pela *Pew Research Center*, embora ainda seja o país com maior número de presos em número total e também em termos de taxa para cada 100 mil habitantes, os Estados Unidos atingiram em 2016 o nível mais baixo em 20 anos (655 presos para cada 100 mil habitantes)<sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Em relação ao número total de presos, os países com maiores populações prisionais são Estados Unidos (2,2 milhões), China (1,6 milhão) e Brasil (0,65 milhão). O estudo ressalta, porém, que o total de presos na China exclui os presos em “detenção administrativa” - um tipo de confinamento que pode abrigar mais de 650.000 pessoas adicionais. Em termos de taxa para cada 100 mil habitantes, os principais países são, respectivamente, Estados Unidos (655), El Salvador (614), Turcomenistão (583), Maldivas (514), Cuba (510), Tailândia (483), Ruanda (434), Rússia (415) e Brasil (324) (Gramlich, 2018).

Tabela 5.3: Distribuição inicial da população por função.

Idade	Percentual da população
Trabalhadores	48,1%
Desempregados	(a)
Infratores	(b)
Prisioneiros	0,65%
Estudantes	(c)
Policiais	(d)

Fonte: *U.S Census Bureau*.

No caso dos demais grupos de agentes, que não assumirão valores necessariamente fixos durante as simulações, os valores definidos poderão ser escolhidos da seguinte forma:

- (a) O número de desempregados pode ser definido de acordo com duas dinâmicas. Na primeira delas, a taxa de desemprego é definida aleatoriamente dentro da banda de variação da taxa natural estipulada pelo banco central dos Estados Unidos (*Federal Reserve*), entre 3,5% e 4,5% ([FED, 2020](#)). No segundo caso a taxa inicial de desemprego pode ser manualmente estabelecida, o que possibilita realizar simulações em cenários mais ou menos favoráveis.
- (b) O grupo de infratores, assim como em [De Paula \(2018\)](#), é em parte composto por agentes fixos, ou seja, infratores que não são reinseridos na sociedade através de atividades legais. De acordo com esse autor, “a função destes criminosos é servir de agentes transmissores do comportamento criminoso, uma vez que segundo a teoria do aprendizado social o comportamento criminoso não pode ser criado, existindo a necessidade de ser aprendido por outros agentes” ([De Paula, 2018](#), p. 51). O número inicial de infratores não será fixo, podendo ser manipulado durante as simulações.
- (c) Embora a Tabela 5.2 mostre que 24% da população estadunidense é composta por pessoas em idade compatível aos níveis de ensino fundamental e médio<sup>5</sup>, neste modelo não há número fixo de indivíduos que apenas estudam. Isso porque a idade economicamente ativa é atingida aos 15 anos. Portanto, há um número aleatório, mas mais alto para classes sociais menos abastadas, de estudantes que também trabalham.
- (d) O percentual de policiais presentes no modelo é mais um valor sem definição prévia fixada. Para se avaliar o impacto de mais agentes de segurança sobre o nível

<sup>5</sup>Diferente da divisão adotada no Brasil, nos Estados Unidos os níveis “fundamental” e “médio” são divididos em: *elementary school* (primeira à quinta série), *middle school* (sexta à oitava série), *high school* (nona à décima segunda série, sendo esta última equivalente ao terceiro ano do ensino médio no Brasil) ([DoED, 2008](#)).

de criminalidade do território poderão ser realizadas simulações com diferentes taxas de policiais por habitante. De acordo com [FBI \(2018\)](#), o número médio de policiais para cada 1.000 habitantes varia muito conforme a região ou o tamanho das cidades estadunidenses. Para municípios com menos de 10.000 habitantes, esse valor é de 3,8; em cidades com população superior a 250.000 habitantes, porém, a média é de 2,6. Em termos nacionais, o número de policiais para cada 10.000 habitantes nos Estados Unidos é de 2,2.

### 5.2.3 Renda, riqueza e desigualdade

A distribuição inicial de riqueza neste modelo pode ser expressa pela Equação 5.1

$$W_i = e^{[Ln(\theta) - \frac{\phi^2}{2}] + (\phi * rn)}, \quad (5.1)$$

onde  $\phi$  é um parâmetro de ajuste de renda determinado no início do modelo e  $rn$  é um número aleatório sorteado de uma distribuição uniforme entre 0 e 1, e o parâmetro  $\theta$  determina a riqueza média da população.

Além disso, o cálculo do índice individual referente à desigualdade se baseia numa medida de distância entre o indivíduo mais rico e o mais pobre do modelo, conforme apresentado na Equação 5.2:

$$G_{it} = 1 - \frac{W_{it} - W_{min}}{W_{max} - W_{min}}, \quad (5.2)$$

onde  $W_{it}$  representa a riqueza do agente  $i$  no tempo  $t$ ,  $W_{min}$  se refere ao indivíduo com a menor riqueza dentro do território e  $W_{max}$  representa o agente com maior riqueza. Na verdade, o agente com a menor riqueza tem valor do índice igual a 1, enquanto o de maior riqueza possui um indicador igual a zero ([De Paula, 2018](#)).

Os únicos agentes do modelo que não possuem atribuição de riqueza são os policiais. Estes também são desprovidos de salários. A inclusão destes parâmetros aos agentes de segurança seria importante para a análise de corrupção no sistema público de segurança, porém, esta temática foge aos objetivos deste trabalho de dissertação.

### 5.2.4 Dinâmica temporal

No modelo em questão, cada grupo de agentes possui uma dinâmica temporal diferente, estabelecida de acordo com sua ocupação. Como a Tabela 5.4 indica, no caso dos trabalhadores, por exemplo, foi adotada, para fins de simplificação, uma jornada de trabalho de 8 horas diárias (entre as 9 da manhã e as 17h da tarde, os trabalhadores encontram-se no local de trabalho).

Quanto aos desempregados, a dinâmica é diferente para cada um dos dois subgrupos existentes. Enquanto os desempregados ativos (que ainda procuram emprego) se deslocam

pela cidade no período comercial (das 9 às 17h) em busca de emprego, os desalentados (desempregados há mais de dois anos e que desistiram de procurar emprego) podem percorrer o território em horários aleatórios. Isso acontece porque, como desistiram de procurar empregos com carteira assinada, os desalentados podem sair de casa em qualquer horário para procurar outras alternativas (mesmo que sejam ilegais).

Os estudantes, por sua vez, permanecem na escola das 10h às 15h e retornam às suas residências às 16h. Esse período de permanência diário na instituição de ensino possui configuração semelhante àquela estabelecida para os assalariados. Nesse caso, porém, a escolha do período foi aleatória.

Tabela 5.4: Dinâmica temporal dos agentes do modelo.

<b>Agente</b>	<b>Residência</b>	<b>Ocupação</b>
Trabalhadores	$18 \leq h \leq 8$	$9 \leq h \leq 17$
Desempregados ativos	$18 \leq h \leq 8$	$9 \leq h \leq 17$
Desempregados desalentados	Aleatório	-
Infratores	Aleatório	Aleatório
Estudantes	$16 \leq h \leq 9$	$10 \leq h \leq 15$
Policiais	-	$0 \leq h \leq 23$

Fonte: Elaboração própria.

É possível perceber ainda pela Tabela 5.4 que os infratores seguem uma dinâmica de deslocamento bastante semelhante à dos desempregados desalentados. A diferença, porém, é que os infratores possuem uma função específica, que é a de cometer crimes contra a pessoa ou contra a propriedade privada. Em todos esses casos, a permanência na residência é aleatória.

Os policiais, por sua vez, não possuem uma residência específica e permanecem 24h por dia fazendo patrulhas com o objetivo de evitar a ocorrência de crimes (como também sinaliza a Tabela 5.4). Essa é uma configuração bastante plausível se considerado que a maioria das cidades do mundo possui algum sistema ininterrupto de policiamento (seja ele físico, por meio de patrulhas, ou também por sistemas de segurança automatizados, como câmeras).

Uma informação oculta na tabela acima, mas extremamente importante para se entender a dinâmica da criminalidade no modelo trata-se do período vulnerabilidade dos agentes a crimes contra a pessoa. No caso de trabalhadores e estudantes, esse período de vulnerabilidade trata-se do momento de deslocamento da residência até o trabalho/escola (em ambos os casos, o trajeto tanto de ida quanto de volta leva 1 hora). Para desempregados ativos ou desalentados, a vulnerabilidade a esses crimes ocorre a partir do momento em que estão fora de suas residências. Além disso, policiais e infratores não sofrem de crimes contra a pessoa.



### 5.2.5 Tomada de decisões

No processo de modelagem social, a construção de um índice de tomada de decisão dos agentes é o principal ponto a ser levado em consideração por um pesquisador. Isso acontece porque, a partir do momento em que todos os indivíduos recebem determinadas regras simples para governar seus processos decisórios e interagem de acordo com essas regras, os resultados no nível da população podem mostrar importantes generalizações e emergências comportamentais (DeAngelis e Diaz, 2019).

O índice de tomada de decisão adotado neste trabalho segue uma estrutura bastante semelhante à de De Paula (2018), ou seja, um processo de média ponderada a partir de diferentes índices individuais. No caso deste trabalho, porém, as decisões não serão vinculadas apenas à criminalidade, mas também a outros fatores relacionados à pobreza e à desigualdade. O índice em questão pode ser apresentado no formato da Equação 5.3.

$$\alpha_{i,t} = \beta_1\theta_{1it} + \beta_2\theta_{2it} + \beta_3\theta_{3it} + \dots + \beta_n\theta_{nit} \quad (5.3)$$

onde  $\beta_{1,...,n}$  representam os pesos atribuídos a cada um dos componentes da equação.

Os componentes de tomada de decisão são diferentes para cada grupo de agentes. No caso de infratores, por exemplo, a decisão de cometimento do crime envolve, entre outros fatores, a existência de policiais ao redor. No caso dos demais agentes, a decisão de se envolver ou não no mundo do crime depende de questões como a situação econômica do território, nível de frustração em relação à desigualdade etc.

## 5.3 Crescimento econômico

A literatura que trata de modelos de crescimento econômico possui uma vasta experiência, dado que as contribuições de autores a essa área remontam ao período da Segunda Guerra Mundial. Considera-se que o crescimento econômico continua sendo o principal veículo para a redução da pobreza e desigualdade de renda nos países pobres, embora em regiões com alto grau de desigualdade, o efeito de redução da pobreza gerado pelo crescimento econômico possa ser muito menor (Angelsen e Wunder, 2006).

Um dos primeiros modelos pós-keynesianos de crescimento econômico trata-se de Harrod-Domar, derivado das contribuições individuais de Harrod (1939) e Domar (1946). Neste modelo enfatiza-se a importância da poupança e do investimento como principais determinantes do crescimento. Desde então, diversas contribuições importantes foram dadas por Kuznets (1955), Solow (1956), Kaldor (1957), Meade (1961) etc., sobretudo com explicações exógenas do crescimento da produtividade de longo prazo. No final dos anos 1980, um grupo de economistas liderados por Romer (1986) desenvolveu uma classe

diferente de modelos, onde os principais determinantes do crescimento eram endógenos. O nome “crescimento endógeno” se refere ao fato de que a taxa de crescimento de longo prazo é determinada a partir do modelo, e não por algumas variáveis que crescem exogenamente, como o progresso tecnológico inexplicado.

No caso deste trabalho, existiam três possibilidades plausíveis de inclusão do crescimento econômico no modelo baseado em agentes. A primeira delas se tratava-se de um modelo teórico propriamente dito, como realizado por [Palagi \(2016\)](#). A segunda possibilidade seria a de incluir uma forma simplificada de crescimento econômico, como por exemplo, a consideração do PIB como a soma de tudo o que é produzido pelas firmas, conforme [Chávez-Juárez et al. \(2017\)](#). A terceira tratava-se do estabelecimento do crescimento econômico como uma variável exógena, passível de alterações para fins de simulação.

Este modelo teve incorporado em sua estrutura uma dinâmica de crescimento econômico coerente com a última alternativa. O crescimento econômico foi estabelecido exogenamente aliado à criação ou destruição de vagas de emprego. É bastante plausível considerar esse formato como o mais indicado ao modelo em questão, uma vez que não haverá direcionamento dos resultados das simulações (em um modelo teórico sofisticado onde, por exemplo, a pobreza prejudique o crescimento, este tipo de comportamento será necessariamente imposto sobre todas as simulações realizadas, prejudicando a emergência de novos comportamentos entre os agentes).

## 5.4 Taxa de desemprego

A dinâmica verificada para a taxa de desemprego trata-se de uma versão revisitada da Lei de Okun. Descrita em 1962 pelo economista estadunidense Arthur M. Okun, esta “lei” define que quando a taxa de desemprego dos Estados Unidos está entre 3 e 7,5%, produção agregada do país aumenta em cerca de 1,3% para cada redução de 1 ponto percentual no desemprego total.

Alguns trabalhos validam também a contrapartida dessa relação apresentada por Okun. [Soylu et al. \(2018\)](#), por exemplo, investigaram a relação entre crescimento econômico e desemprego nos países da Europa Oriental para o período de 1992 a 2014, pelo método de dados do painel. Segundo estes autores, o desemprego é afetado positivamente pelo crescimento econômico: um aumento de 1% no PIB reduzirá a taxa de desemprego em 0,08%.

Pelo fato de o estudo de Okun ser baseado em dados dos anos 1950, alguns autores questionam se os valores apresentados pelo autor são realistas para os dias atuais ([Meyer e Tasci, 2012](#)). O que ocorre de maneira menos frequente é o questionamento da relação negativa entre crescimento econômico e desemprego. Dessa forma, o valor do impacto do crescimento sobre a taxa de desemprego será tomado como sendo uma variável. A

formulação referente à dinâmica da taxa de desemprego assumirá o formato da Equação 5.4

$$A_{j+1} = A_j \left( 1 + \gamma * \left( \frac{E_g}{100} \right) \right), \quad (5.4)$$

onde  $A_{j+1}$  representa os empregos disponíveis no período  $j + 1$ ,  $A_j$  referencia a quantidade de empregos disponíveis no período  $j$ ,  $\gamma$  é o impacto do crescimento econômico sobre a taxa de emprego e  $E_g$  representa o crescimento econômico exógeno do território.

## 5.5 Roubo residencial e contra pessoas

Os roubos de residências ocorridos nesse modelo são físicos (ocorrem à medida em que os infratores se deslocam pela cidade) e a atuação policial também é física (policiais se movem pelo território). Os roubos contra pessoas, por outro lado são probabilísticos, ou seja, não ocorrem através da interação física de infratores com as vítimas. Dessa forma, a eficiência policial utilizada nos roubos contra pessoa é a replicação da eficiência destes em roubos contra residência.

Conforme uma das teorias consideradas por este trabalho de dissertação<sup>6</sup>, o grau de frustração do agente também é considerado fator importante para a decisão sobre o cometimento do ato criminoso. Essa frustração é medida em termos de distância da riqueza relativa calculada a cada renovação de vínculos (o agente observa dez indivíduos dentro de seu raio de ação). Uma inovação sobre esse nível de frustração está ligada a Hicks e Hicks (2014). Segundo esses autores, o fato de uma pessoa mostrar ou não sua riqueza por meio de consumo conspícuo pode elevar a taxa de criminalidade. Dessa forma, assume-se que a “desigualdade visível” assume papel importante na elevação do grau de frustração de um indivíduo. Essa determinação do nível de frustração pode ser representada pela seguinte equação:

$$F_{it} = \frac{R_m(S_w, W_w)}{T_{it}}, \quad (5.5)$$

onde  $F_{it}$  representa o nível de frustração do indivíduo  $i$  no tempo  $t$ ,  $R_m$  é quantidade de pessoas no campo de visão do indivíduo que mostram sua riqueza ( $S_w$ ) e possuem riqueza maior que o indivíduo  $i$  ( $W_w$ ) e  $T_{it}$  representa o total de indivíduos no campo de visão do indivíduo  $i$  no tempo  $t$ .

Em termos gerais, a decisão de cometimento do roubo de residência por parte do infrator está sujeita às seguintes condições:

1. O número de casas vulneráveis<sup>7</sup> no raio de atuação do infrator deve ser diferente de zero;

---

<sup>6</sup>Ver Subseção 2.4.1.

<sup>7</sup>A definição da vulnerabilidade das casas se dá através de uma distribuição de probabilidade de que residências de determinada classe social possuam algum sistema de segurança. Quanto mais elevada a

2. O número de policiais dentro do raio de atuação do infrator deve ser igual a zero;
3. A propensão ao risco do agente no momento do roubo deve ser maior do que um valor base;
4. O grau de frustração do agente (que aumenta conforme a distância entre a riqueza relativa deste agente e a de um agente dentro de seu raio de ação se eleva), deve ser maior do que um valor base.

Tomada a decisão de cometimento do roubo de residência, existem três possibilidades para o infrator que optou por essa decisão:

- a) Se a probabilidade de o indivíduo obter sucesso no roubo (alterada diariamente) for maior que a probabilidade de este ser preso ( $P_a$ ) e se a probabilidade de o indivíduo obter sucesso no roubo for maior que a probabilidade de que o sistema de segurança da residência seja eficiente, então, o roubo é bem sucedido;
- b) Caso as condições do item (a) não se verifiquem, se a probabilidade de morte durante o roubo ( $P_d$ ) for maior que a probabilidade de sucesso no roubo, então o agente infrator morre e é substituído por um estudante com idade de 6 anos;
- c) Caso as condições do item (a) não se verifiquem, se a probabilidade de morte durante o roubo ( $P_d$ ) for menor que a probabilidade de sucesso no roubo, então o agente infrator não morre, mas é enviado para a prisão, onde recebe uma sentença cujo valor é randômico maior que zero e menor do que  $max_{ps}$ .

Deve-se observar que existe um mecanismo de aprendizado dos infratores conforme o tempo de permanência no mundo do crime. À medida em que o tempo passa, um infrator se torna mais experiente e, portanto, suas chances de sucesso em roubos posteriores se torna cada vez maior. O mecanismo *learning-by-doing* de roubo de residências pode ser representado da seguinte maneira:

$$Y_{it} = 0.1 + \xi * x_{it}, \quad (5.6)$$

onde  $Y_{it}$  define a probabilidade que um indivíduo  $i$  obtenha de sucesso em um roubo ocorrido no tempo  $t$ ,  $\xi$  representa um parâmetro de ajuste que define a velocidade com que o infrator aumenta suas chances de sucesso (declividade da curva) e  $x_{it}$  se refere à experiência acumulada pelo indivíduo  $i$  no tempo  $t$ .

---

classe social, maior a probabilidade de que uma grande parte das pessoas possua sistema de segurança em sua residência. Mesmo entre aquelas residências que possuem sistema de segurança, porém, ainda existe a probabilidade de que o roubo aconteça (uma vez que nenhum sistema de segurança é 100% eficiente).

A representação gráfica da Equação 5.6 é feita na Figura 5.3. É possível perceber que, à medida em que  $\xi$  cresce, menor é a experiência no crime necessária para que o infrator tenha probabilidades altas de sucesso.

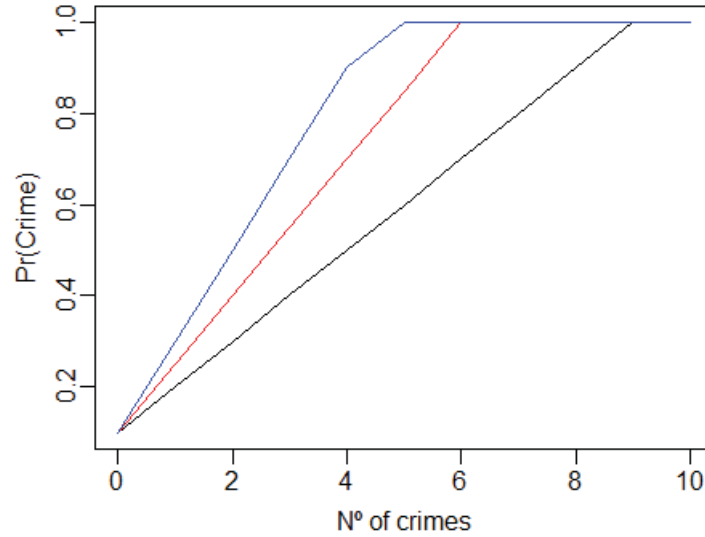


Figura 5.3: Função de *learning-by-doing* para roubos de residências.

Fonte: Elaboração própria.

No caso do roubo contra pessoas, a dinâmica observada é bastante semelhante. Porém, a função de aprendizado pela experiência possui um componente exponencial. Dessa forma, pode-se representar essa equação da seguinte maneira:

$$Y_{it} = \frac{1}{1 + e^{\frac{(-x_{it}-4)}{\psi}}}, \quad (5.7)$$

onde  $Y_{it}$  define a probabilidade que um indivíduo  $i$  obtenha de sucesso em um roubo ocorrido no tempo  $t$ ,  $x_{it}$  se refere à experiência acumulada pelo indivíduo  $i$  no tempo  $t$ ,  $\psi$  representa um parâmetro de ajuste que define a velocidade com que o infrator aumenta suas chances de sucesso.

A Figura 5.4 contém o formato gráfico de representação da Função 5.7. De maneira semelhante à observada no caso dos roubos residenciais, a função de *learning-by-doing* nos roubos contra pessoas possui uma inclinação diferente à medida em que o parâmetro  $\psi$  é alterado. Maiores valores de  $\psi$  reduzem a experiência no crime necessária para que o infrator tenha probabilidades altas de sucesso em suas ações ilegais.

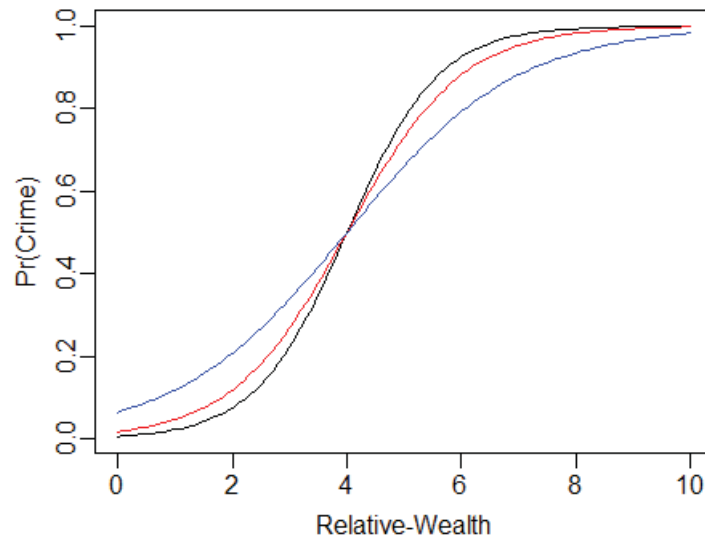


Figura 5.4: Função de *learning-by-doing* para roubos contra pessoas.

Fonte: Elaboração própria.

Apresentadas as principais dinâmicas relacionadas a roubo de residências e contra pessoas, torna-se importante agora apresentar a performance espacial de cada grupo de agentes.

## 5.6 Dinâmica espacial de cada grupo de agentes

**a) Trabalhadores:** A dinâmica adquirida pelos trabalhadores é a de se deslocar de casa até o trabalho nos intervalos de tempo determinados pela Tabela 5.3. Na verdade, esse deslocamento não é realizado de maneira física (movimento visível do agente de um ponto A até outro ponto B); o que acontece é uma ocultação desse agente no horário em que sai de sua residência (processo que simboliza a realização do trajeto por meio de transporte público, por exemplo) e aparição do mesmo na firma onde está empregado. O período de ocultação (ou seja, o tempo levado pelo agente para chegar ao seu destino) é exatamente o tempo em que este está sujeito a crimes contra a pessoa ou também a influências por parte de possíveis infratores em situação econômica privilegiada.

**b) Desempregados ativos e desalentados:** Os desempregados, como visto anteriormente, são divididos entre ativos e desalentados. Os desempregados ativos se movem pela cidade durante o horário comercial, ou seja, vagam pelo território procurando emprego enquanto as firmas estão em funcionamento.

Os desempregados desalentados, por outro lado, não procuram mais empregos, visto que estão há mais de 2 anos desempregados. O que acontece, na verdade, é que estes podem sair de casa a qualquer momento para exercer atividades sem carteira de trabalho, mas que gerem alguma renda (atividades ilegais ou não).

**c) Infratores:** Os indivíduos infratores, ou seja, aqueles que estão envolvidos no mundo do crime, não possuem um horário específico para agir. Suas atividades também podem durar por um tempo aleatório dentro do período de 24 horas de determinado dia.

A princípio, os infratores se deslocam aleatoriamente dentro da região abrangida pelo território da cidade virtual. Porém, à medida em que o tempo passa e, uma vez que os infratores possuem comunicação com outros infratores à sua volta (levando-se em conta determinado raio), estes podem aprender com a experiência. Assim, com o decorrer do tempo, os infratores criam aprendizado sobre as áreas onde devem cometer delitos. Se determinada região da cidade possui um policiamento mais ostensivo, existe uma migração da criminalidade para áreas que recebem menos atenção do serviço público de segurança.

**d) Estudantes:** Os estudantes possuem uma forma de deslocamento bastante semelhante àquela desempenhada pelos trabalhadores. Seguindo a Tabela 5.3, quando o horário oficial da cidade se aproxima daquele em que os estudantes possuem aulas, estes são ocultados pelo tempo em que duraria o trajeto (período de vulnerabilidade ao crime contra a pessoa e também à criminalidade) e reaparecem na escola. O oposto também acontece (trajeto da escola para casa).

Da mesma forma como acontece com os trabalhadores, os estudantes não possuem um deslocamento físico dentro do território. O principal motivo para essa estratégia é o evitar sobrecarga do modelo, ou seja, executar movimentos desnecessários que tornariam o modelo mais pesado, inviabilizando a execução deste por períodos de tempo mais longos.

**e) Policiais:** Para fins de simplificação, os policiais são a única classe de agentes que não possuem moradia ou escala de horários específicos. Estes se movimentam ininterruptamente de acordo com o comportamento escolhido na simulação. Essa simplificação não gera perdas consideráveis ao modelo, já que apenas simula uma tática de segurança urbana que funciona 24h por dia (o que ocorre na maioria das grandes e médias cidades do mundo).

Deve-se ressaltar, também, que serão desconsiderados problemas estruturais de segurança pública, como corrupção dos policiais e letalidade desproporcional de grupos específicos<sup>8</sup>. Apesar de altamente relevantes, problemas como esses fogem ao escopo deste trabalho, uma vez que os agentes deste modelo não possuem diferenças de sexo ou etnia. Além disso, a classe policial também não será vitimizada por crimes cometidos por infratores.

Quanto às estratégias de policiamento, serão três as possíveis de serem adotadas:

---

<sup>8</sup>Dados do FBI para o ano de 2012 mostram que, embora cidadãos negros representem 13% da população dos Estados Unidos (contra 63% de brancos), quase um terço (31%) de todas as pessoas mortas pelos policiais são indivíduos negros (o valor é de 52% para indivíduos brancos). Os números são ainda mais desproporcionais para casos relacionados a mortes ocorridas sem reação da vítima: 39% dessas pessoas são negras, contra 46% de brancos. Apesar de os dados poderem estar incompletos por se basearem em relatórios voluntários de agências policiais em todo o território estadunidense, estes destacam as vastas disparidades na maneira como a polícia usa a força contra a população (Lopez, 2018).



(i) Estratégia aleatória de policiamento:

Dispensando grandes detalhes ou demonstrações algébricas a serem implantadas no modelo, esta é a mais simples das técnicas de policiamento disponíveis. Na verdade, a patrulha aleatória de rotina,

[...] também conhecida como patrulha preventiva, envolve um policial dirigindo pela comunidade e dentro de uma comunidade quando ele não está em uma missão do despachante de rádio ou de um supervisor. A tradição sustentou que a patrulha aleatória de rotina cria um senso de onipresença e impede o crime, porque um criminoso não terá chance de cometer um crime se um policial estiver ao virar da esquina. Acreditava-se que a patrulha de rotina aleatória permitia aos policiais capturar criminosos no ato de cometer seus crimes (Dempsey e Forst, 2009, p. 266, tradução nossa).

(ii) Estratégia *hot spot* para todas as regiões violentas em média:

Seja  $C_{tot}$  o número total de crimes ocorridos no território abrangido por este modelo em um período de 24 horas e  $C_{med}$  esse mesmo número dividido pela área territorial ( $S^2$ ). Seja ainda  $C_i$  o número médio de crimes ocorridos dentro do  $i$ -ésimo “quarteirão”<sup>9</sup> da cidade modelada e  $s_i^a$  a área do  $i$ -ésimo quadrante. Se o número médio de crimes por quarteirão for superior à média global da cidade, então, uma porção aleatória e maior que zero do efetivo policial será deslocada por tempo determinado até a região violenta. Essa informação poderia ser explicitada da seguinte forma:

$$C_{med} = \frac{C_{tot}}{S^2} \quad (5.8)$$

$$C_{med\_i} = \frac{C_i}{s_i^2}, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (5.9)$$

Dessa forma, haverá deslocamento de policiais para regiões mais violentas se

$$C_{med\_i} > C_{med}$$

O valor de  $n$  pode ser manipulado de acordo com o tamanho do plano bidimensional usado na modelagem. Dessa forma, considerando-se um quadrante de tamanho 8x8, existem 64 “quarteirões” no plano (ou seja,  $n = 64$ ).

(iii) Estratégia *hot spot* apenas para as 10% mais violentas regiões do território.

A terceira e última forma de patrulha policial segue uma formatação bastante similar à mostrada na alternativa (b). Porém, levando-se em conta a existência de

---

<sup>9</sup>O termo “quarteirão” foi utilizado aqui devido à divisão imaginária da cidade em quadrantes. Apesar disso, o território não conta com espaços bem delimitados para ruas ou outros tipos de logradouros.

localidade com poucos recursos disponíveis, haverá o deslocamento dos policiais apenas àquelas regiões (ou quadrantes) figuradas entre as 10% mais violentas em média.

Essas estratégias, inclusive, podem ser combinadas, ou seja, mesmo com o deslocamento de parte do efetivo policial a um território com violência exacerbada, nas demais regiões prevalece um policiamento aleatório. Na verdade, a estratégia de policiamento orientado a problemas (*problem-oriented policing* - POP) é utilizada

[...] pela maioria dos departamentos de polícia dos EUA, [...] [e possui foco] em pequenas áreas ou locais geográficos, geralmente em ambientes urbanos, onde o crime está concentrado (Braga et al. 2012). Embora não exista uma definição comum para “*hot spot*” [ou pontos quentes], eles são geralmente considerados “pequenos lugares em que a ocorrência de crimes é tão frequente que é altamente previsível, pelo menos durante o período de um ano” (Sherman 1995, p. 36). Por meio de estratégias de policiamento *hot spot*, as agências policiais podem concentrar recursos limitados em áreas onde é mais provável que ocorra crimes. O apelo de concentrar recursos limitados em um pequeno número de áreas criminosas de alta atividade baseia-se na crença de que, se o crime puder ser evitado nesses pontos quentes, o crime total em toda a cidade também poderá ser reduzido (NIJ, 2020, *online*, tradução nossa).

A adoção de estratégias bem definidas de rondas policiais costuma ser defendida por estudiosos da criminalidade, não apenas por respaldos teóricos, mas também, pelos resultados mostrados por trabalhos empíricos. Taylor et al. (2011), por exemplo, analisaram o caso do Departamento de Polícia de Jacksonville, na Flórida. Segundo os autores, a estratégia de policiamento orientado a problemas (POP), foi capaz de gerar uma redução de até 33% na violência nas ruas durante os 90 dias após o início das intervenções.

Apresentados os principais mecanismos de funcionamento do modelo, bem como as dinâmicas implícitas e explícitas de maior importância, é possível agora realizar as simulações. O capítulo a seguir é dividido em duas partes. A primeira abrange a simulação base, ou seja, a simulação realizada sobre determinados valores de parâmetros definidos inicialmente. A segunda parte, por conseguinte, contém os experimentos com alteração de valores de determinados parâmetros da simulação base, com o objetivo de testar o modelo sob diferentes cenários e configurações.

## 6 Simulações e Resultados

As simulações a seguir foram realizadas por um período de 1 ano, ou seja, 8640 horas. Na verdade, essas simulações do modelo têm como objetivo validar o comportamento dos resultados em diferentes configurações. O modelo dinâmico é a representação da evolução de um sistema no tempo. A partir dessa evolução temporal, os parâmetros de entrada permitem ponderar quais fatores têm influência nos resultados do modelo.

O motivo da escolha de determinados valores para os parâmetros é discutido na seção a seguir e os experimentos mostram se a alteração desses parâmetros gera ou não mudanças significativas aos resultados.

### 6.1 Experimento 1 - Simulação base - Testando 10 sementes aleatórias

A Tabela 6.1, apresentada a seguir, mostra os parâmetros do modelo e seus valores de entrada. Esses valores são, em sua maioria, definidos de acordo com dados reais. Apenas aqueles casos onde a existência de dados estatísticos é escassa (devido à inviabilidade ou até mesmo impossibilidade de mensuração) é que foram determinados valores arbitrários.

É possível perceber que o plano bidimensional que representa a cidade possui dimensão 40x40, ou seja, a área do território é de 1600 *patches*. Além disso, a população definida foi de 1000 habitantes, com expectativa de vida de 67 anos (idade de aposentadoria). Deve-se lembrar que a expectativa de vida funciona como um valor limite, ou seja, ao atingir essa idade, o agente morrerá e será automaticamente substituído por outro agente de 6 anos de idade e de mesma classe social.

Tabela 6.1: Parâmetros da Simulação Base

Parâmetro	Símbolo	Valores
Dimensão do plano	$W_d$	40x40
População	$n$	1000
Expectativa de vida	$L_e$	67
Custo de vida	$I_r$	5
Riqueza média	$\theta$	30
Parâmetro de ajuste de renda	$\phi$	1.5
Raio individual	$I_r$	5
Policiais por habitante	$C_{pc}$	0.02
Probabilidade de uma prisão ocorrer	$P_a$	5%
Policimento aleatório	$R_p$	<i>True</i>
Policimento <i>hot spot</i>	$H_p$	<i>False</i>
Sentença máxima de prisão	$max_{ps}$	24
Raio de atuação do infrator	$T_r$	5
Raio mínimo de atuação do infrator	$min_{tr}$	2
Raio de atuação policial	$C_r$	5
Probabilidade de roubar dadas circunstâncias favoráveis	$P_s$	70%
Probabilidade de morte durante roubo	$P_d$	10%
Parâmetro de ajuste do roubo residencial	$\xi$	0.1
Parâmetro de ajuste do roubo de pessoas	$\psi$	0.1
Percentual de indivíduos honestos	$P_h$	90%
Lucro do roubo	$T_p$	5
Taxa de encarceramento	$I_t$	0.0086
Percentual de desempregados desalentados	$D_u$	0.1
Taxa natural de desemprego	$N_u$	<i>True</i>
Taxa de desemprego	$U_r$	4.11%
Crescimento econômico	$E_g$	<i>True</i>
Impacto do econômico sobre a taxa de emprego	$\gamma$	0.5
Taxa de crescimento econômico	$E_{gt}$	1%
Nível educacional exigido pelo mercado	$R_e$	10
Probabilidade de mostrar riqueza	$P_{sw}$	50%
Índice de Gini	$P_{sw}$	0.492

Fonte: Elaboração própria.

O parâmetro definido como “raio individual” trata-se da distância de “visão” de um agente que não seja policial ou infrator, ou seja, o raio dentro do qual o agente tem a percepção do que está acontecendo ao seu redor. De maneira semelhante, o “raio de atuação do infrator” e o “raio de atuação do policial” definem a distância de percepção de

contraventores e agentes de segurança. O “raio mínimo de atuação do infrator”, por sua vez, define um raio onde o agente não cometerá crimes.

A taxa de desemprego adotada foi a taxa natural de desemprego dos Estados Unidos estabelecida pelo FED, conforme enunciado na Subseção 5.2.2. No caso dessa simulação base, esta taxa foi de 4,11%, número entre 3,5% e 4,5% aleatoriamente gerado. Quanto ao crescimento econômico, este assume o valor de “1%” e no fim de cada período específico a taxa de crescimento econômico reduz a taxa de desemprego, conforme enunciado na Seção 5.3.

As figuras a seguir apresentam a evolução de alguns dados do modelo a partir da simulação com parametrização base. As linhas em vermelho mostram a média de dez simulações diferentes realizadas dentro do período de um ano (utilizando-se diferentes sementes aleatórias). A Figura 6.1 apresenta a trajetória do número de roubos totais por hora. É possível perceber que existe um rápido aumento desses valores nas horas iniciais, o que ocorre pelo fato de alguns parâmetros terem sido definidos de maneira aleatória e também pelo número elevado de indivíduos suscetíveis (que não foram expostos a roubos até esse momento). À medida em que a simulação avança, o número de roubos ocorridos no território diminui, passando a permanecer praticamente estável até o fim do período. Isso pode ser explicado não só pelo aumento da eficiência policial, atestado pela Figura 6.4, mas também pela redução da taxa de desemprego ocasionada pelo crescimento econômico, que reduziu o número de novos indivíduos ingressantes no crime.

Figura 6.1: N° de roubos por hora (E1)

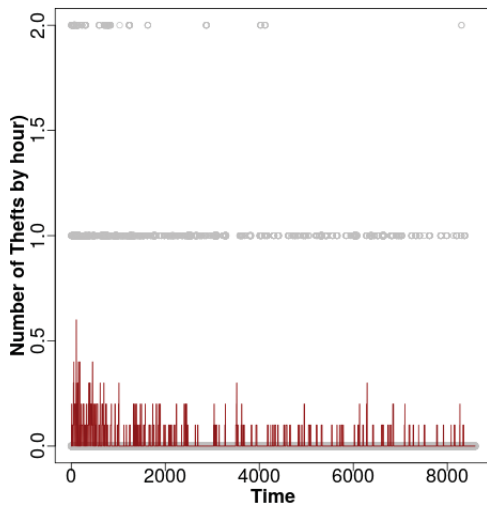


Figura 6.3: Crimes diários (E1)

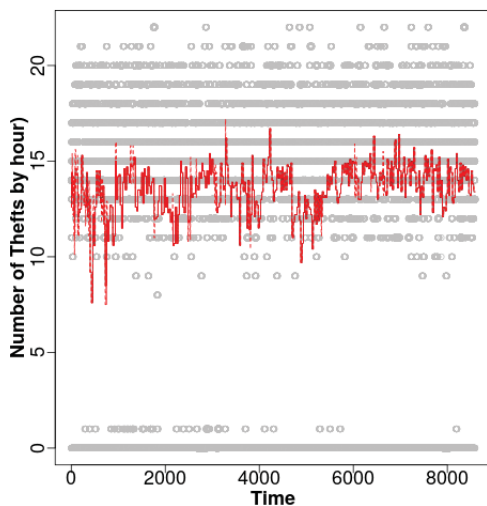


Figura 6.2: N° de casas roubadas (E1)

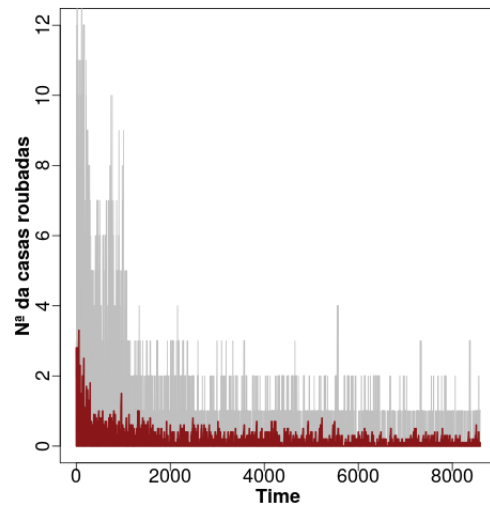
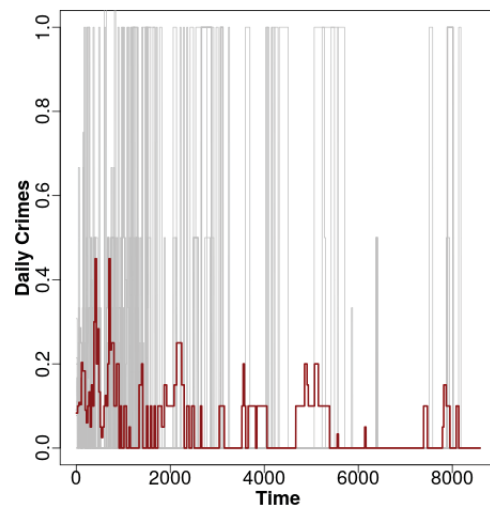


Figura 6.4: Eficiência policial (E1)



A Figura 6.2 e a Figura 6.3 apresentam, respectivamente, o número de roubos a residência e o número de crimes contra a pessoa (ambos calculados a cada hora). É possível notar que o número de casas roubadas apresenta um decréscimo quase contínuo nos três primeiros meses do ano. Isso se deve, além da mudança na eficácia policial, pelo número elevado de casas suscetíveis, o que gera rápida difusão do comportamento. É possível notar que a eficiência policial em conter o avanço de crimes contra a pessoa foi relativamente inferior se comparada aos crimes residenciais. Embora em ambos os casos a onipresença policial seja inviável, no caso do roubo de residências existe um fator complicador extra para que o crime seja cometido por um indivíduo: a existência de sistemas de segurança. Portanto, uma explicação para essa volatilidade no número de crimes contra a pessoa é o fato de esse tipo de crime ser mais dependente da ação policial (que nesse caso, foi aleatória).

## 6.2 Experimento 2 - Alterando o raio de ação dos agentes

Tendo como base a simulação demonstrada anteriormente, foi realizado um segundo experimento, dessa vez modificando o raio de ação dos agentes. O raio foi iniciado em 3.5 unidades e aumentado gradativamente (em 0.5 unidade) até chegar em 13 unidades. Foram realizadas, portanto, 20 simulações para cada uma das possibilidades de raio no intervalo referido.

A partir dos dados gerados por essas simulações, realizou-se uma regressão de mínimos quadrados ordinários (OLS) para detectar a força dos efeitos de mudança dos raios sobre cada uma das variáveis de interesse. No caso dos roubos por hora, é possível perceber pela Figura 6.5 que existe uma relação negativa entre essa variável e a mudança no raio de ação. Esse resultado é consonante com o esperado, uma vez que à medida em que o raio de ação dos infratores aumenta, embora cresçam as possibilidades de roubo, eleva-se também a chance de que um policial seja encontrado no caminho. Na verdade, esse aumento de raio de ação é equivalente a uma ampliação do campo de visão do agente. Portanto, como o infrator tem a certeza de tudo o que ocorre nesse espaço, este não praticará um roubo sabendo que existe um policial à espreita. Se esse aumento do raio fosse realizado sem que o agente soubesse o que estava mais à frente, é provável que o número de roubos subiria ou o número de prisões se elevaria, já que haveria tomadas de decisão “no escuro”. Os resultados da regressão mostraram que 72% da variação no número de roubos por hora foi explicada por mudanças no raio de ação dos infratores.

Já no caso em que se utiliza o número de casas roubadas como variável dependente (representado pela Figura 6.6), a força de influência da mudança do raio de ação sobre essa variável se mostrou bem menor. Apenas 22% da variação no número de roubos por hora foi explicada por mudanças no raio de ação dos infratores. Uma explicação imediata para essa diferença está no fato de que o sistema de segurança da residência pode não ser visível ao infrator como é o caso de um policial em patrulha. Portanto, apesar do aumento do raio de visão, continua a incerteza do infrator quanto à presença ou não de um dispositivo de segurança que comprometa seu sucesso no roubo.



Figura 6.5: N° de roubos por hora (E2)

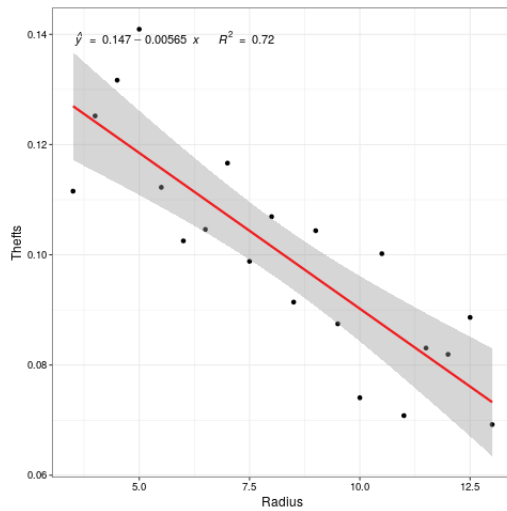


Figura 6.6: N° de casas roubadas (E2)

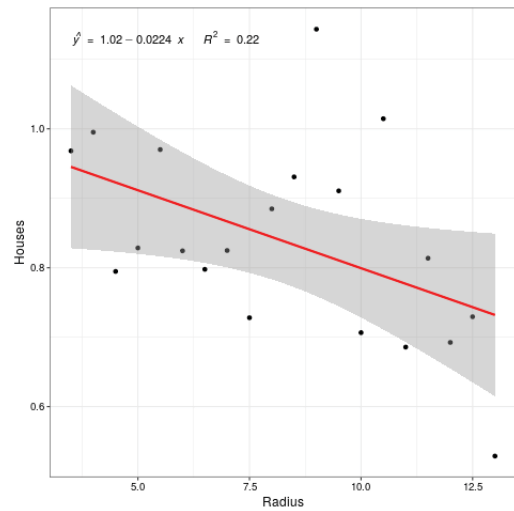


Figura 6.7: Crimes diários (E2)

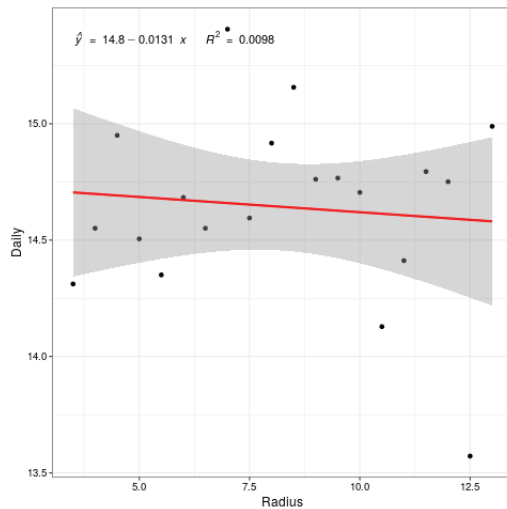
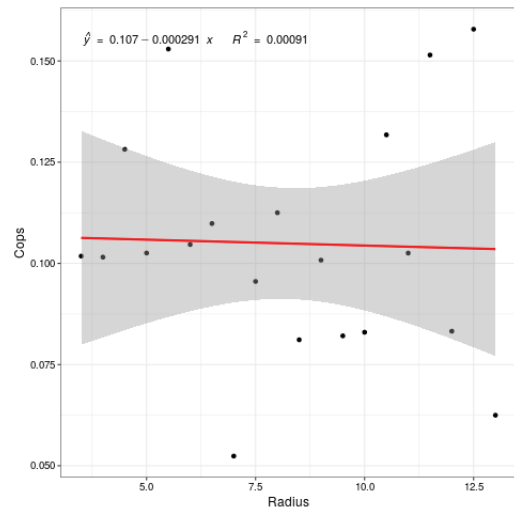


Figura 6.8: Eficiência policial (E2)



É possível perceber, também, que tanto os “crimes diários” (6.7) quanto a “eficiência da polícia” (6.8) não foram afetados de maneira significativa pela mudança do raio de ação do agente. Neste último caso, uma explicação plausível é a de que, à medida em que o campo de visão infratores aumenta, reduz a possibilidade de que a polícia evite um crime (cai sua eficiência). Por outro lado, essa redução é compensada por um aumento nas possibilidades de roubo por parte dos agentes (o que consequentemente aumenta a quantidade de crimes e eleva também a chance de que esses crimes sejam evitados por algum policial em serviço).

Quanto à Figura 6.7, como nos “crimes diários” estão considerados tanto os roubos de residências quanto os roubos contra pessoas, era esperado que houvesse um impacto negativo significativo do aumento do raio de ação sobre essa variável. Como este resultado foi bastante contraintuitivo, uma análise mais apurada deste resultado exige um novo refinamento do modelo, com o objetivo de se encontrar possíveis “conflitos” entre os códigos que possam causar problemas durante as simulações.

Por fim, apresentados os resultados das duas simulações realizadas, a próxima seção abrangerá as conclusões obtidas no desenvolvimento desta pesquisa. Após a apresentação da conclusão, é anexado um apêndice contendo todos os códigos referentes ao modelo programado.

## 7 Conclusão

Este trabalho de dissertação teve por objetivo analisar, por meio de um modelo baseado em agentes, a dinâmica existente entre criminalidade, desigualdade, pobreza e crescimento econômico, detectando possíveis efeitos retroalimentadores bem como impactos no desempenho econômico da cidade hipotética. Embora pareça contraintuitiva a escolha de análise de tantos problemas sociais ao mesmo tempo, diversas fontes mostram que a relação entre estes fatores é mais próxima do que se imagina.

Apesar disso, a pesquisa bibliométrica realizada mostra que estudos envolvendo a relação entre criminalidade, desigualdade, pobreza e crescimento econômico, seja conjuntamente ou dois a dois, não são tão numerosos. E mesmo dentre os existentes, há um número bastante limitado de autores que chegam a conclusões consensuais. Diante disso, a modelagem baseada em agentes mostrou-se uma potencialmente útil ferramenta aliada da econometria.

O modelo baseado em agentes desenvolvido é composto de elementos provenientes tanto da hipótese psicológica de frustração-agressão quanto da teoria do comportamento racional maximizador. Foi desenvolvida uma cidade fictícia sem governo central contendo grupo de instituições e de agentes que se relacionam através de regras comportamentais específicas.

Os resultados obtidos na simulação base mostram que a eficiência policial em conter o avanço dos crimes contra a pessoa foi inferior à verificada para roubos residenciais. Um dos motivos para a explicação dessa diferença está no fato de que, consideradas constantes as variáveis de segurança, o roubo a pessoas oferece ao infrator um número de possibilidades bastante superior ao roubo de residências. Além disso, a dissuasão provocada pela presença de sistemas de segurança residenciais torna-se um fator extra para que o número de roubos a casas seja menor. Esse é um indício, portanto, de que investimentos em tecnologias de segurança para locais públicos (como câmeras de circuito fechado) pode ser mais efetivo para o combate ao crime contra pessoas do que um policiamento aleatório.

O experimento realizado através da alteração do raio de ação dos agentes mostrou alguns resultados importantes, como também alegações contraintuitivas que exigem maiores refinamentos do modelo para que sejam realmente comprovados. Mudanças no raio de ação se mostraram significativas para alterações no número de roubos por hora e também no número de casas roubadas. Porém, os sistemas de segurança residenciais se mostraram mais eficientes, pelo fato de aumentarem o efeito dissuasivo sobre os infratores.

Para pesquisas futuras, além da já citada necessidade de refinamento deste modelo (que, pela sua extensão, abriu caminho para uma infinidade de desdobramentos analíticos), é importante a consideração de problemas como a corrupção policial, que pode comprometer

a eficiência do sistema público de segurança. Além disso, questões relacionadas à letalidade policial dirigida a subgrupos específicos da sociedade também devem ser avaliadas, uma vez que este é um problema generalizado entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

## Referências

- Allen, R. C. (1996). Socioeconomic conditions and property crime: A comprehensive review and test of the professional literature. *American Journal of Economics and Sociology*, 55(3):293–308.
- Allison, J. A. e Wrightsman, L. S. (1993). *Rape: The misunderstood crime*. Sage Publications.
- Angelsen, A. e Wunder, S. (2006). *Poverty and inequality: Economic growth is better than its reputation*. Fagbokforlaget. In: Dan Banik (ed.). Poverty, politics and development: interdisciplinary perspectives.
- Anylogic (2020). What is agent based simulation modeling? <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/agent-based-modeling/>. [Acesso em 15-Setembro-2019].
- Arthur, W. B. (2013). Complexity economics: A different framework for economic thought. *Institute for New Economic Thinking, INET Research Note*, 33.
- Atkinson, A. B. (2015). *Inequality What Can be Done?* Harvard University Press.
- Battiston, S., Farmer, J. D., Flache, A., Garlaschelli, D., Haldane, A. G., Heesterbeek, H., Hommes, C., Jaeger, C., May, R. e Scheffer, M. (2016). Complexity theory and financial regulation. *Science*, 351(6275):818–819.
- Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. Em *The economic dimensions of crime*, páginas 13–68. Springer.
- Berkowitz, L. (1989). Frustration-aggression hypothesis: Examination and reformulation. *Psychological Bulletin*, 106(1):59–73.
- Beteille, A. (2003). Poverty and inequality. *Economic and Political Weekly*, páginas 4455–4463.
- Blau, J. R. e Blau, P. M. (1982). The cost of inequality: Metropolitan structure and violent crime. *American Sociological Review*, páginas 114–129.
- BLS (2020). Current population survey. <https://www.bls.gov/cps/>. [Acesso em 7-Novembro-2019].
- Bouchaud, J.-P. (2008). Economics needs a scientific revolution. *Nature*, 455(7217):1181.
- Bourguignon, F. e Morrisson, C. (2002). Inequality among world citizens: 1820-1992. *American Economic Review*, 92(4):727–744.

- Bourguignon, F., Nuñez, J. e Sanchez, F. (2003). A structural model of crime and inequality in Colombia. *Journal of the European Economic Association*, 1(2-3):440–449.
- Bowling, B. e Ross, J. (2006). A brief history of criminology. *Crime and Justice*, 1(65):12–13.
- Braithwaite, J. (1991). Poverty, power, white-collar crime and the paradoxes of criminological theory. *Australian and New Zealand Journal of Criminology*, 24(1):40–58.
- Brush, J. (2007). Does income inequality lead to more crime? A comparison of cross-sectional and time-series analyses of United States counties. *Economics Letters*, 96(2):264–268.
- Caiani, A., Russo, A. e Gallegati, M. (2017). Does inequality hamper innovation and growth? An AB-SFC analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, páginas 1–52.
- Cano, I. e Santos, N. (2007). *Violência letal, renda e desigualdade no Brasil*. 7 Letras.
- Cardaci, A., Saraceno, F. et al. (2015). Inequality, financialisation and economic crisis: An agent-based model. Relatório técnico, Observatoire Français des Conjonctures Économiques (OFCE).
- Census (2019). Happy New Year to 330,222,422 people in the United States. <https://www.census.gov/library/stories/2019/12/happy-new-year-330-million-plus-people-in-united-states.html>. [Acesso em 7-Novembro-2019].
- Chang, S., Gupta, R., Miller, S. M. e Wohar, M. E. (2019). Growth volatility and inequality in the US: A wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*.
- Chávez-Juárez, F., Salas, R. Y. B. e Sistos, V. H. (2017). Social mobility, economic growth and socioeconomic inequality in an economy without informality and with social protection. *Centro de Estudios Espinosa Yglesias*.
- Chetty, R. e Hendren, N. (2018). The impacts of neighborhoods on intergenerational mobility II: County-level estimates. *The Quarterly Journal of Economics*, 133(3):1163–1228.
- Chiu, W. H. e Madden, P. (1998). The study of social problems. *Journal of Public Economics*, 69(1):123–141.
- Coccia, M. (2018). Violent crime driven by income inequality between countries. *Turkish Economic Review*, 5(1):33–55.
- Collins, C. (2019). Exploring the connection between violent crime and poverty. <https://www.keranews.org/post/exploring-connection-between-violent-crime-and-poverty>. [Acesso em 7-Julho-2019].

- Conti, T. V. e Justus, M. (2016). A história do pensamento econômico sobre crime e punição de Adam Smith a Gary Becker: Parte I. *Instituto de Economia - Unicamp*, (271).
- Cook, P. J., Machin, S., Marie, O. e Mastrobuoni, G. (2013). *Lessons from the Economics of Crime: What reduces offending?* MIT Press.
- CPAG (2019). Who is at risk of poverty? <https://cpag.org.uk/child-poverty/who-risk-poverty>. [Acesso em 15-Julho-2019].
- Das, N. (2010). Incidence of forest income on reduction of inequality: Evidence from forest dependent households in milieu of joint forest management. *Ecological Economics*, 69(8):1617–1625.
- Davidsson, P. (2002). Agent based social simulation: A computer science view. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 5(1).
- De Paula, K. F. S. (2018). Redes criminais: uma investigação a partir do uso de redes computacionais. *Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná*.
- DeAngelis, D. L. e Diaz, S. G. (2019). Decision-making in agent-based modeling: A current review and future prospectus. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6:237.
- Demombynes, G. e Özler, B. (2005). Crime and local inequality in South Africa. *Journal of Development Economics*, 76(2):265–292.
- Dempsey, J. S. e Forst, L. S. (2009). *An introduction to policing*. Cengage Learning. 5 Ed., 688 p.
- Detotto, C. e Otranto, E. (2010). Does crime affect economic growth? *Kyklos*, 63(3):330–345.
- DoED (2008). The condition of education. <https://nces.ed.gov/pubs2008/2008031.pdf>. [Acesso em 8-Novembro-2019].
- Dollard, J., Miller, N. E., Doob, L. W., Mowrer, O. H. e Sears, R. (1939). *Frustration and aggression*. New Haven, Conn.: Yale University Press.
- Domar, E. D. (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, páginas 137–147.
- EAPN (2019). Causes of poverty and inequality. <https://www.eapn.eu/what-is-poverty/causes-of-poverty-and-inequality/>. [Acesso em 15-Julho-2019].
- Ehrlich, I. (1973). Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. *Journal of Political Economy*, 81(3):521–565.



- Enamorado, T., López-Calva, L. F., Rodríguez-Castelán, C. e Winkler, H. (2016). Income inequality and violent crime: Evidence from Mexico's drug war. *Journal of Development Economics*, 120:128–143.
- Epstein, J. M. (1999). Agent-based computational models and generative social science. *Complexity*, 4(5):41–60.
- Farmer, J. D. e Foley, D. (2009). The economy needs agent-based modelling. *Nature*, 460(7256):685–686.
- FBI (2018). Table 71 - full-time law enforcement officers. <https://ucr.fbi.gov/crime-in-the-u.s/2018/crime-in-the-u.s.-2018/tables/table-71>. [Acesso em 12-Novembro-2019].
- FBI (2019). White-collar crime. <https://www.fbi.gov/investigate/white-collar-crime>. [Acesso em 17-Julho-2019].
- FED (2020). What is the lowest level of unemployment that the U.S. economy can sustain? [https://www.federalreserve.gov/faqs/economy\\_14424.html](https://www.federalreserve.gov/faqs/economy_14424.html). [Acesso em 7-Novembro-2019].
- Findley, M., Young, J. K. e Shellman, S. M. (2010). Modeling dynamic violence: Integrating events, data analysis and agent-based modeling. *Annual Meeting of the International Studies Association*.
- Fleisher, B. M. (1966). The effect of income on delinquency. *American Economic Review*, 56(1):118–137.
- Freeman, R. B. (1999). The Economics of Crime. *Harvard University and NBER*, Chapter 52:3529–3571.
- Garoupa, N. (2003). Behavioral economic analysis of crime: A critical review. *European Journal of Law and Economics*, 15(1):5–15.
- GBD (2017). Global Burden of Disease study. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-2017>. [Acesso em 25-Junho-2019].
- Gilbert, M. A. e Bushman, B. J. (2017). *The frustration-aggression hypothesis*. Springer International Publishing.
- Gramlich, J. (2018). America's incarceration rate is at a two-decade low. <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2018/05/02/americas-incarceration-rate-is-at-a-two-decade-low/>. [Acesso em 7-Novembro-2019].
- Harrod, R. F. (1939). An essay in dynamic theory. *The Economic Journal*, 49(193):14–33.

- Hart, S. (2017). *How has inequality been a cause of violence in post-dictatorship Brazil?* dissertation, Leeds University.
- Herrera, J. A. C. (2017). *Inequality as determinant of the persistence of poverty*. IntechOpen.
- Hicks, D. L. e Hicks, J. H. (2014). Jealous of the joneses: Conspicuous consumption, inequality, and crime. *Oxford Economic Papers*, 66(4):1090–1120.
- Hsieh, C.-C. e Pugh, M. D. (1993). Poverty, income inequality, and violent crime: A meta-analysis of recent aggregate data studies. *Criminal Justice Review*, 18(2):182–202.
- IHME (2020). GBD compare health data. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>. [Acesso em 25-Junho-2019].
- IME (2019). Poverty and risk groups. [https://bednostbg.info/var/docs/reports/Poverty\\_risk\\_groups\\_BG\\_IME.pdf](https://bednostbg.info/var/docs/reports/Poverty_risk_groups_BG_IME.pdf). [Acesso em 15-Julho-2019].
- Issaquah (2019). Frustration-aggression theory of aggression. [https://connect.issaquah.wednet.edu/cfs-file/\\_\\_\\_key/telligent-evolution-components-attachments/01-14393-00-00-00-16-96-04/frustration-aggression-theory.pdf](https://connect.issaquah.wednet.edu/cfs-file/___key/telligent-evolution-components-attachments/01-14393-00-00-00-16-96-04/frustration-aggression-theory.pdf). [Acesso em 25-Julho-2019].
- Kaldor, N. (1957). A model of economic growth. *The Economic Journal*, 67(268):591–624.
- Kelly, M. (2000). Inequality and crime. *Review of Economics and Statistics*, 82(4):530–539.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1):1–28.
- Law, A. M., Kelton, W. D. e Kelton, W. D. (1991). *Simulation modeling and analysis*, volume 2. McGraw-Hill New York.
- Leibbrandt, M. (2015). Why is South Africa still so unequal? <https://www.bbc.com/news/world-africa-32623496>. [Acesso em 23-Maio-2019].
- Leombruni, R. e Richiardi, M. (2005). Why are economists sceptical about agent-based simulations? *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 355(1):103–109.
- Lewis, D. E. (1987). The Economics of Crime: A survey. *Economic Analysis and Policy*, 17(2):195–219.
- Lopez, G. (2018). There are huge racial disparities in how US police use force. <https://www.vox.com/identities/2016/8/13/17938186/police-shootings-killings-racism-racial-disparities>. [Acesso em 14-Dezembro-2019].

- Lukas, J. (2019). Traffic grid. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Town%20-%20Traffic%20&%20Crowd%20simulation>. [Acesso em 20-agosto-2019].
- Macal, C. M. e North, M. J. (2010). Tutorial on agent-based modeling and simulation. *Journal of Simulation*, 4(3):151–162.
- Meade, J. E. (1961). Mauritius: A case study in malthusian economics. *The Economic Journal*, 71(283):521–534.
- Mentovich, A. e Jost, J. T. (2017). Frustration-aggression hypothesis. <https://www.britannica.com/science/frustration-aggression-hypothesis>. [Acesso em 27-Julho-2019].
- Merrill, F. E. (1948). The study of social problems. *American Sociological Review*, 13(3):251–259.
- Merton, R. K. (1938). Social structure and anomie. *American Sociological Review*, 3(4):672–682.
- Meyer, B. e Tasci, M. (2012). An unstable Okun’s Law, not the best rule of thumb. <https://www.clevelandfed.org/en/newsroom-and-events/publications/economic-commentary/economic-commentary-archives/2012-economic-commentaries/ec-201208-an-unstable-okuns-law-not-the-best-rule-of-thumb.aspx>. [Acesso em 15-Dezembro-2019].
- Miller, J. H. e Page, S. E. (2007). *Complex adaptive systems*. Princeton University Press Princeton, NJ.
- Miller, N. E., Sears, R. R., Mowrer, O. H., Doob, L. W. e Dollard, J. (1941). Frustration-aggression hypothesis. *Psychological Review*, 48(4):337–342.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- Moss, S. (2000). Editorial introduction: Messy systems - The target for multi-agent based simulation. Em *International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, páginas 1–14. Springer.
- Naschold, F. (2002). Why inequality matters for poverty. *Economists’ Resource Centre*, 1(2):1–6.
- NIJ (2020). Hot spots policing. <https://www.crimesolutions.gov/PracticeDetails.aspx?ID=8>. [Acesso em 27-Novembro-2019].
- Oxfam (2020). Brazil: Extreme inequality in numbers. <https://www.oxfam.org/en/brazil-extreme-inequality-numbers>. [Acesso em 16-Maio-2019].
- Palagi, E. (2016). *Inequality and macroeconomic dynamics: An agent-based model*. Tese de doutorado, University of Pisa and Sant’Anna School of Advanced Studies.

- Passos, D. e Sbicca, A. (2020). Análise bibliométrica da Economia do Crime: Da visibilidade de Gary Becker às influências da Economia Comportamental. *No prelo*.
- Piketty, T. (2014). *O Capital no Século XXI*. Editora Intrínseca.
- Pint, B., Crooks, A. e Geller, A. (2010). Exploring the emergence of organized crime in Rio de Janeiro: An agent-based modeling approach. Em *Social Simulation (BWSS), 2010 Second Brazilian Workshop on*, páginas 7–14. IEEE.
- Resende, J. P. (2007). *Crime social, castigo social: O efeito da desigualdade de renda sobre as taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros*. dissertation, Cedeplar - Universidade Federal de Minas Gerais.
- Richiardi, M., Leombruni, R., Saam, N. e Sonnessa, M. (2006). A common protocol for agent-based social simulation. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 9(1).
- Rios, V. (2016). The impact of crime and violence in economic sector diversity. *Wilson Center*.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5):1002–1037.
- Roser, M. e Ortiz-Ospina, E. (2020). Global extreme poverty. <https://ourworldindata.org/extreme-poverty>. [Acesso em 13-Janeiro-2020].
- Roser, M. e Ritchie, H. (2020). Homicides. <https://ourworldindata.org/homicides>. [Acesso em 6-Janeiro-2020].
- Rosser Jr, J. B. e Rosser, M. V. (2015). Complexity and Behavioral Economics. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 19(2):201–226.
- Sachsida, A., de Mendonça, M. J. C., Loureiro, P. R. e Gutierrez, M. B. S. (2010). Inequality and criminality revisited: Further evidence from Brazil. *Empirical Economics*, 39(1):93–109.
- Schasfoort, J. (2017). Complexity economics. <https://www.exploring-economics.org/en/orientation/complexity-economics/>. [Acesso em 15-Setembro-2019].
- Sen, A. (2008). Violence, identity and poverty. *Journal of Peace Research*, 45(1):5–15.
- Shaw, C. R. e McKay, H. D. (1942). *Juvenile delinquency and urban areas*. University of Chicago Press.
- Silva, M. R. d. (2014). Vozes do Bolsa Família: Autonomia, dinheiro e cidadania. *Revista Pedagógica*, 16(32):207–216.

- Sloan, E. (2018). Behavioural vs Complexity Economics: Approaches to development. <https://www.exploring-economics.org/en/discover/behavioural-vs-complexity-economics/>. [Acesso em 16-Setembro-2019].
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1):65–94.
- Soylu, Ö. B., Çakmak, İ. e Okur, F. (2018). Economic growth and unemployment issue: Panel data analysis in Eastern European Countries. *Journal of International Studies*, 11(1).
- Stokel-Walker, C. (2015). Who, what, why: What is the Gini coefficient? <https://www.bbc.com/news/blogs-magazine-monitor-31847943>. [Acesso em 17-Julho-2019].
- Sutherland, E. H. (1940). White-collar criminality. *American Sociological Review*, 5:1–12.
- Taylor, B., Koper, C. S. e Woods, D. J. (2011). A randomized controlled trial of different policing strategies at hot spots of violent crime. *Journal of Experimental Criminology*, 7(2):149–181.
- Telford, T. (2019). Income inequality in America is the highest it's been since Census Bureau started tracking it, data shows. <https://www.washingtonpost.com/business/2019/09/26/income-inequality-america-highest-its-been-since-census-started-tracking-it-data-show/>. [Acesso em 27-Setembro-2019].
- Tsushima, M. (1996). Economic structure and crime: The case of Japan. *The Journal of Socio-Economics*, 25(4):497–515.
- Tumusiime, D. M., Vedeld, P. e Gombya-Ssembajjwe, W. (2011). Breaking the law? Illegal livelihoods from a Protected Area in Uganda. *Forest Policy and Economics*, 13(1):273–283.
- Velthoven, B. V. e Wijck, P. V. (2016). Becker's theory on crime and punishment, a useful guide for law enforcement policy in The Netherlands? *Recht der Werkelijkheid*, 37(1):6–31.
- Voitchovsky, S. (2009). Inequality and economic growth. *The Oxford Handbook of Economic Inequality*, Oxford University Press, Oxford.
- Wallenfeldt, J. (2019). Baby boom. <https://www.britannica.com/science/baby-boom>. [Acesso em 7-Novembro-2019].
- WBG (2018). Overcoming poverty and inequality in South Africa. <http://documents.worldbank.org/curated/en/530481521735906534/pdf/124521-REV-OUO->

[South-Africa-Poverty-and-Inequality-Assessment-Report-2018-FINAL-WEB.pdf](#).

[Acesso em 13-Dezembro-2019].

WBG (2020). Poverty and equity database. <https://data.worldbank.org/data-catalog/poverty-and-equity-database>. [Acesso em 14-Janeiro-2020].

White, M. D. (2018). The neglected nuance of Beccaria's theory of punishment. *European Journal of Law and Economics*, 3(46):315–329.

WHO (2019). World health statistics overview. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311696/WHO-DAD-2019.1-eng.pdf>. [Acesso em 25-Junho-2019].

Wilkinson, R. G. (2000). Inequality and the social environment: A reply to lynchet al. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 54(6):411–413.

WIR (2019). World Inequality Report 2018. <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-summary-english.pdf>. [Acesso em 2-Julho-2019].

WPC (2019). World Poverty Clock. <https://worldpoverty.io/>. [Acesso em 2-Outubro-2019].

**.1****Apêndice A**

O apêndice em questão apresenta os códigos referentes a todas as dinâmicas presentes no modelo. Na parte inicial (*setup*), são definidas as características do ambiente de simulação, dos agentes e valores iniciais de determinadas variáveis que evoluirão com o tempo (como idade, riqueza etc). Esses códigos contidos na parte inicial só são executados uma vez, definindo um “ponto zero” a partir do qual a simulação começa.

Já na segunda parte da programação, existe um recurso denominado “*go*”. Este é executado a cada “*tick*”, ou seja, a cada unidade temporal do modelo. Isso significa que a cada hora, todos os comandos listados na segunda parte do modelo são repetidos (pessoas envelhecem, enriquecem, entram no crime, morrem etc.).

Além disso, os conteúdos na cor cinza, posicionados após a expressão “;;” são apenas comentários e sua presença não afeta a dinâmica do modelo nem os resultados das simulações.



```

breed [ workers worker ]                ;; green
breed [ unemployed_ unemployed ]        ;; orange discouraged = red
breed [ thieves_ thieves ]              ;; yellow
breed [ students student ]              ;; pink
breed [ cops cop ]                        ;; blue
breed [ prisoners prisoner ]            ;; magenta
breed [ schools school ]
breed [ firms firm ]
breed [ houses house ]
breed [ prisons prison ]

globals [
  year
  yearCalendar
  month
  day
  hour
  clock
  gini-index-reserve
  lorenz-points
  viol-deaths
  num-ticks
  wealth-ticks
  unemployment-rate
  unemp-ticks
  hired
  g-houses-attempt          ; reseted once a month
  g-persons-attempt         ; reseted once a month
  g-houses-thefts           ; reseted once a month
  g-persons-thefts          ; reseted once a month
  g-avoided-thefts          ; reseted once a month
  avoided-time
  thefts-time

  new-arrests
  house-ss
  patch-rob
  cops-efficiency
  new-theft?
  theft-ticks
]

patches-own [
  position_
  meaning
  total_1
  n-thefts-area
]

workers-own [
  age-years
  age-months
  social-class
  hourly-wage
  education-level
  my-firm
  arrested?
  prison-sentence
  prison-time
  student?          ;; True, False
  behavior          ;; H-honest  T-thieve
  initial-wealth
  wealth
  my-wealth
  show-wealth?
  relative-wealth
  income
  n-victims
  n-persons-thefts

```

```

n-houses-thefts
fixed?
detentions
savings
my-home      ;; list with 2 address = pxcor,pycor
vulnerability
in-my-firm?
employed?
my-wage
victim?
frustration-level
risk-propensity
]

```

```

unemployed_own [
  age-years
  age-months
  social-class
  education-level
  behavior      ;; H-honest   T-thieve
  initial-wealth
  wealth
  my-wealth
  show-wealth?
  relative-wealth
  arrested?
  n-victims
  n-persons-thefts
  n-houses-thefts
  fixed?
  detentions
  my-firm
  my-home
  savings
  income
  vulnerability
  searching-job
  victim?
  frustration-level
  risk-propensity
  prison-sentence
  prison-time
;  unemployment-rate
]

```

```

cops-own [
  age-years
  age-months
  social-class
  my-home
  influence-radius
  savings
  arrested?
  prison-sentence
  prison-time
  n-victims
  n-persons-thefts
  n-houses-thefts
  detentions
  initial-wealth
  wealth
  my-wealth
  show-wealth?
  relative-wealth
]

```

```

students-own [
  age-years
  age-months

```

```

social-class
work?
arrested?
prison-sentence
prison-time
education-level
savings
initial-wealth
wealth
show-wealth?
relative-wealth
my-wealth
n-victims
n-persons-thefts
n-houses-thefts
fixed?
detentions
my-home
my-school
vulnerability
victim?
frustration-level
risk-propensity
]

thieves_own [
  age-years
  age-months
  time-in-crime ; in days accumulated
  social-class
  initial-wealth
  wealth
  my-wealth
  show-wealth?
  relative-wealth
  my-home
  prison-address
  education-level
  arrested?
  caught?
  savings
  n-victims
  n-persons-thefts
  n-houses-thefts
  my-house-ptheft
  my-person-ptheft
  my-person-ptheft-suc
  fixed?
  detentions
  prison-sentence
  prison-time
  ready-to-crime?
  frustration-level
  will-try-steal?
  h-ptheft-suc
  risk-propensity
  number-vuln-houses
  vuln-houses
  cops-around-me
  acting?
  risk-propensity
]

prisoners_own [
  age-years
  age-months
  time-in-crime
  education-level
  caught?

```

```

my-home
n-victims
n-persons-thefts
n-houses-thefts
fixed?
penalty-time
detentions
initial-wealth
wealth
my-wealth
show-wealth?
relative-wealth
arrested?
prison-sentence
prison-time
social-class
my-prison
frustration-level
risk-propensity
]

houses-own [
  meaning-class
  wealth
  stolen?
  outlier-house?
  security-system
  dog
  electric-fence
  cooperative-vigilance
]

firms-own [
  firm-address
  initial-jobs
  current-jobs ;; number of employees
  available-jobs ;; number of vancancy
]

schools-own [
  school-address
]

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;; SETUP TURTLES AND PATCHES ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to setup
  clear-all
  if set-seed? = true [ random-seed seed ]
  set-default-shape turtles "person"
  set hour 0
  set day 1
  set month 1
  set year 1
  set yearCalendar 2020
  setup-patches
  meaning-patches
  time-measures
  setup-turtles ;;
  setup-firms-jobs
  setup-age
  setup-wealth-lifecost
  setup-wage
  setup-students
  setup-education-level
; setup-income
spread-population
delete-empty-houses
houses-security

```

```

ask turtles with [ shape = "person" and breed = workers and breed = unemployed_ and breed = stude
[ set arrested? 0 set victim? 0 ]
;; forcei esse código no setup porque nem todos os prisioneiros estavam sendo posicionados na pri
ask prisoners [ move-to my-prison ]
set avoided-time 0
show-wealth
reset-ticks
end

to setup-patches
resize-world ( ( ( grid-size - 1 ) / 2 ) * -1 ) ( ( grid-size - 1 ) / 2 )
              ( ( ( grid-size - 1 ) / 2 ) * -1 ) ( ( grid-size - 1 ) / 2 )
set-patch-size ( 500 / grid-size )
let c0y ( ( ( grid-size - 1 ) / 2 ) * -1 )
let c0x ( ( ( grid-size - 1 ) / 2 ) * -1 )
let c1y c0y + grid-size / 5
let c1x c0x + grid-size / 5
diamond
let interv-min min [ position_ ] of patches
let interv-max [ position_ ] of patches / 5
let interv-max max [ position_ ] of patches / 5
let yi 0
let xi 0

while [ xi <= 4 ] [
  ask patches with [ position_ >= interv-min and position_ <= interv-max ]
  [ set pcolor 0.9 + ( yi * 2 ) + ( xi * 2 ) ]
  set interv-min interv-min + interv
  set interv-max interv-max + interv
  set xi ( xi + 1 )
]
end

to diamond
ask patches with [ pxcor <= 0 and pycor <= 0 ]
[ set position_ ( pxcor * -1 ) + ( pycor * -1 ) ]
ask patches with [ pxcor <= 0 and pycor > 0 ]
[ set position_ ( pxcor * -1 ) + pycor ]
ask patches with [ pxcor > 0 and pycor <= 0 ]
[ set position_ pxcor + ( pycor * -1 ) ]
ask patches with [ pxcor >= 0 and pycor >= 0 ]
[ set position_ pxcor + pycor ]
end

;;;;;;;;;;;;;
;; Diferentiate patches by social class
;;;;;;;;;;;;;
to meaning-patches
ask patches with [ pcolor = 0.9 ] [ set meaning "A" ]
ask patches with [ pcolor = 2.9 ] [ set meaning "B" ]
ask patches with [ pcolor = 4.9 ] [ set meaning "C" ]
ask patches with [ pcolor = 6.9 ] [ set meaning "D" ]
ask patches with [ pcolor = 8.9 ] [ set meaning "E" ]
ask patches [ set pcolor black ]
end

;;;;;;;;;;;;;
;; Set persons turtles
;;;;;;;;;;;;;
to setup-turtles
create-houses (0.5 * population) [
  set shape "house-patch"
  set color gray
  set stolen? 0
  setxy random-xcor random-ycor
  ask houses [
    if meaning = "A" [ set meaning-class "A" ]
    ;; é criada uma casa para cada duas pessoas. Ap
    ;; as casas que ficam vazias "morrem".
    ;; dando um título de classe social a cada casa

```

```

    if meaning = "B" [ set meaning-class "B" ]
    if meaning = "C" [ set meaning-class "C" ]
    if meaning = "D" [ set meaning-class "D" ]
    if meaning = "E" [ set meaning-class "E" ]
    ;; redistribuindo as casas que estiverem empilhadas.
    if any? other houses in-radius 3 [ move-to one-of patches with [ count houses in-radius 2 = 0
  ]
]

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO FIRMAS E EMPREGOS
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; até 5 firmas são criadas quando dado o setup. O objetivo aqui, criando diferentes firmas é
;; que alguma delas pode demitir pessoas que estejam empregadas (dificuldade financeira, por exem
create-firms random 5 [
  set shape "factory"
  set color gray
  set size 5
  setxy random-pxcor random-pycor
]

create-schools 1 [
  set shape "house ranch"
  set color blue
  set size 7
  setxy random-xcor random-ycor
]

create-prisons 1 [
  set shape "building institution"
  set size 5
  set color 27
  setxy random-xcor random-ycor
]

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO TRABALHADORES
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; a população economicamente ativa dos Estados Unidos em dezembro de 2018 era de 46% do total.
set unemployment-rate 0.0375 + random-float 0.0075
let aep population * 0.466 * (1 - unemployment-rate)    ;; active population
create-workers aep [
  set color green
  set size 3
  setxy random-xcor random-ycor
  set my-firm one-of firms      ;; set the worker's firm
  set my-home one-of houses    ;; set the worker's house
  set employed? true          ;; the worker has a job currently
  move-to my-home             ;; after create a worker move she to her house
]
ask firms [
  let firm-who who
  let current-firm firm firm-who
  set current-jobs count workers with [ my-firm = current-firm ]
]

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO DESEMPREGADOS
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; a taxa natural de desemprego dos EUA, segundo o FED, está entre 3.75% e 4.5%.
;; este comando permite a escolha da taxa de desemprego manualmente ou seleciona a taxa natural (
;; dentro da banda de variação indicada pelo FED).
let natural-tax 0.0375 + random-float 0.0075
let natural-unemp ( natural-tax * 100 )

ifelse natural-unemployment? = true [
  create-unemployed_ ( population * natural-tax ) [
    set size 3
    setxy round ( random-xcor ) round ( random-ycor )
    set my-home one-of houses
    move-to my-home ] ]

```

```

[ create-unemployed_ ( population * manual-unemployment ) [
  set size 3
  setxy round ( random-xcor ) round ( random-ycor )
  set my-home one-of houses
  move-to my-home ] ]

let active-unemployed n-of (count unemployed_ * ( 1 - initial-discouraged)) unemployed_
ask active-unemployed [ set color orange
                        set searching-job random 2 ] ;;; OS

let discouraged-unemployed unemployed_ with [ not member? self active-unemployed ]
ask discouraged-unemployed [ set color red set searching-job ( 2 + random-float 5 ) ] ;

set unemployment-rate natural-unemp

;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO POLICIAIS
;;;;;;;;;;;;
create-cops (num-of-cops * population) [ ;;; o número de policiais per c
  set color blue ;;; o número de policiais nos E
  set shape "person" ;;; 38 para cada 1000 em média.
  set size 3
  setxy random-xcor random-ycor
]
;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO INFRATORES
;;;;;;;;;;;;
create-thieves_ ( population * ( 1 - perc-of-honest ) ) [
  set color yellow
  set size 3
  setxy random-xcor random-ycor
  set caught? false ;;; inicialmente, todos os infratores recebem a si
  set will-try-steal? false ;;; inicialmente, todos os infratores recebem a si
  set prison-sentence 0 ;;; sentença de prisão inicial para cada infrator.
  set my-home one-of houses
  set time-in-crime random 360 ;;; at the begining consider he has lived random 3
  set risk-propensity random-float 1
  move-to my-home
]

;;;;;;;;;;;;
;; CRIANDO PRISIONEIRO
;;;;;;;;;;;;

; de acordo com o Pew Research Center, a taxa de encarceramento nos Estados Unidos em 2016 era de
create-prisoners (population * incarceration-tax) [
  set shape "person"
  set size 3
  set color magenta
  set arrested? true
  set my-prison one-of prisons
  set prison-sentence random max-prison-sentence
  set time-in-crime 30 ;;; consider he has lived 30 days in the crime's world in the past
]

ask prisoners [ move-to my-prison ]

;; definir a propensão ao risco como uma função da frustração (logística ou linear)
ask turtles with [ shape = "person" and breed != cops ] [
;   let fixed random 100
;   let prob-fixed random 100
;   ifelse prob-fixed > fixed [ set fixed? true ] [ set fixed? false ]
  set risk-propensity random-float 1 ;;; cada infrator tem uma propensão ao risco no momento do
]

end

```

```

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; Initial updating of workers by firms and capacity utilization
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; This procedure needs to be runned after creating population and workers
to setup-firms-jobs
  let n-firms count firms
  let n-workers count workers
  let workers-by-firm 1.1 * ( n-workers / n-firms ) ;; firms start with 90% of capacity utilizatio
  ask firms [
    set available-jobs workers-by-firm
  ]
end

```

```

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO O HISTOGRAMA DE IDADES
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to setup-age
  set hour 0
  set month 1 ;; distribuição de idades definida de acordo com o Censo de 2010 dos Est
  set year 1
  set yearCalendar 2020 ;; to differentiate person age from calendar
  ask turtles with [ shape = "person" ] [
    let age-dist random 100
    if age-dist <= 24 [
      set age-years 7 + random 17
      set age-months age-years * 12 ]
    if age-dist > 24 and age-dist <= 33.9 [
      set age-years 18 + random 24
      set age-months age-years * 12 ]
    if age-dist > 33.9 and age-dist <= 60.5 [
      set age-years 25 + random 19
      set age-months age-years * 12 ]
    if age-dist > 60.5 and age-dist <= 86.9 [
      set age-years 45 + random 19
      set age-months age-years * 12 ]
    if age-dist > 86.9 and age-dist <= 100 [
      set age-years 65 + random 15
      set age-months age-years * 12 ]
  ]
end

```

```

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO RIQUEZA (DESIGUALDADE) E CUSTO DE VIDA
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to setup-wealth-lifecost ;; VER LIFECOST
  ask patches [
    if meaning = "E" [
      ask turtles-here with [ shape = "person" ] [
        let rn random-normal 0 1
        let mi ( ln ( media ) - ( ( phi ^ 2 ) / 2 ) )
        set wealth ( e ^ ( mi + ( phi * rn ) ) )
        set initial-wealth wealth
        set my-wealth wealth
        set social-class "E"
      ]
    ]
    if meaning = "D" [
      ask turtles-here with [ shape = "person" ] [
        let rn random-normal 0 1
        let mi ( ln ( sum-media + media ) - ( ( phi ^ 2 ) / 2 ) )
        set wealth ( e ^ ( mi + ( phi * rn ) ) )
        set initial-wealth wealth
        set my-wealth wealth
        set social-class "D"
      ]
    ]
  ]
end

```





```

to setup-students
  ask turtles with [ shape = "person" and age-years < 18 ] [           ;; os estudantes p
    set breed students
    set color pink
    set size 3
    set my-school one-of schools

  if social-class = "A" [
    set my-home one-of houses with [ meaning-class = "A" and any? other turtles-here with [ shape =
  ]

  if social-class = "B" [
    set my-home one-of houses with [ meaning-class = "B" and any? other turtles-here with [ shape =
  ]

  if social-class = "C" [
    set my-home one-of houses with [ meaning-class = "C" and any? other turtles-here with [ shape =
  ]
  if social-class = "D" [
    set my-home one-of houses with [ meaning-class = "D" and any? other turtles-here with [ shape =
  ]

  if social-class = "E" [
    set my-home one-of houses with [ meaning-class = "E" and any? other turtles-here with [ shape =
  ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO OS ANOS DE EDUCAÇÃO PARA ESTUDANTES DE DETERMINADA IDADE E CLASSE SOCIAL
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to setup-education-level
  ask students [
    if social-class = "A" [
      if age-years < 18 [ set education-level random-float (10 + random-float 1) ]           ;; o ob
      if age-years < 15 [ set education-level random-float (7 + random-float 1) ]           ;; estu
      if age-years < 12 [ set education-level random-float (4 + random-float 1) ]           ;; meno
      if age-years < 9 [ set education-level random-float (2 + random-float 0) ]           ;; (ano
      if age-years < 7 [ set education-level 0 ]
    ]

    if social-class = "B" [
      if age-years < 18 [ set education-level random-float (8 + random-float 3) ]
      if age-years < 15 [ set education-level random-float (5 + random-float 3) ]
      if age-years < 12 [ set education-level random-float (3 + random-float 2) ]
      if age-years < 9 [ set education-level random-float (2 + random-float 0) ]
      if age-years < 7 [ set education-level 0 ]
    ]

    if social-class = "C" [
      if age-years < 18 [ set education-level random-float (6 + random-float 5) ]
      if age-years < 15 [ set education-level random-float (4 + random-float 4) ]
      if age-years < 12 [ set education-level random-float (2 + random-float 3) ]
      if age-years < 9 [ set education-level random-float (2 + random-float 0) ]
      if age-years < 7 [ set education-level 0 ]
    ]

    if social-class = "D" [
      if age-years < 18 [ set education-level random-float (5 + random-float 6) ]
      if age-years < 15 [ set education-level random-float (3 + random-float 5) ]
      if age-years < 12 [ set education-level random-float (1 + random-float 4) ]
      if age-years < 9 [ set education-level random-float (1 + random-float 1) ]
      if age-years < 7 [ set education-level 0 ]
    ]

    if social-class = "E" [
      if age-years < 18 [ set education-level random-float (9 + random-float 2) ]
      if age-years < 15 [ set education-level random-float (6 + random-float 2) ]

```

```

    if age-years < 12 [ set education-level random-float (4 + random-float 1) ]
    if age-years < 9 [ set education-level random-float (1 + random-float 1) ]
    if age-years < 7 [ set education-level 0 ]
  ]
]

;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO OS ANOS DE EDUCAÇÃO PARA TRABALHADORES E DESEMPREGADOS
;;;;;;;;;;;;;
;; o objetivo aqui, assim como realizado para estudantes, foi o de definir um determinado nível d
;; os adultos (pessoas que já passaram pela escola num período "pré-setup"). Pessoas de classe ma
;; um desvio menor para os anos de educação (necessariamente 14 anos + um número aleatório de até
;;
;; tentei deixar o código mais limpo com o comando "ask turtles with [ breed = workers and breed
;; porém, como o comando não funcionou, tive que escrever duas vezes
;; (uma para desempregados e outra para trabalhadores).
ask workers [
  if social-class = "A" [ set education-level ( 14 + random-float 3 ) ]
  if social-class = "B" [ set education-level ( 11 + random-float 5 ) ]
  if social-class = "C" [ set education-level ( 8 + random-float 7 ) ]
  if social-class = "D" [ set education-level ( 5 + random-float 10 ) ]
  if social-class = "E" [ set education-level ( 2 + random-float 15 ) ]
]

ask unemployed_ [
  if social-class = "A" [ set education-level ( 14 + random-float 3 ) ]
  if social-class = "B" [ set education-level ( 11 + random-float 5 ) ]
  if social-class = "C" [ set education-level ( 8 + random-float 7 ) ]
  if social-class = "D" [ set education-level ( 5 + random-float 10 ) ]
  if social-class = "E" [ set education-level ( 2 + random-float 15 ) ]
]
end

;;;;;;;;;;;;;
;; ESPALHANDO A POPULAÇÃO E DELETANDO CASAS VAZIAS
;;;;;;;;;;;;;
;; para que as casas não fiquem com um número exagerado de pessoas morando,
;; quando há três pessoas em determinada residência, uma quarta pessoa é
;; realocada para uma casa onde esse número ainda não tenha sido atingido.
to spread-population
  ask turtles with [ shape = "person" ] [
    let empty-houses houses with [ count other turtles-here < 3 ]
    if ( count other turtles-here >= 3 ) [ move-to one-of empty-houses ]
  ]
end

to delete-empty-houses
  ask houses [
    if not any? other turtles-here [ die ]
  ]
end

;;;;;;;;;;;;;
;; IMPLANTANDO DISPOSITIVO DE SEGURANÇA RESIDENCIAL
;;;;;;;;;;;;;
to houses-security
  ask houses with [ meaning-class = "A" ] [
    let av-wealth-A ( sum [ wealth ] of other turtles-here with [ shape = "person" ] / count other
    let total-av-wealth-A ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "A
    ifelse av-wealth-A > total-av-wealth-A [ set outlier-house? true ] [ set outlier-house? false ]
    ifelse outlier-house? = true [ if random 100 < 90 [ set security-system true set house-ss (0.5
    [ if random 100 < 70 [ set security-system true set house-ss (0.5
  ]

  ask houses with [ meaning-class = "B" ] [
    let av-wealth-B ( sum [ wealth ] of other turtles-here with [ shape = "person" ] / count other
    let total-av-wealth-B ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "B
    ifelse av-wealth-B > total-av-wealth-B [ set outlier-house? true ] [ set outlier-house? false ]
    ifelse outlier-house? = true [ if random 100 < 70 [ set security-system true set house-ss (0.4

```

```

        [ if random 100 < 50 [ set security-system true set house-ss (0.4
    ]

ask houses with [ meaning-class = "C" ] [
    let av-wealth-C ( sum [ wealth ] of other turtles-here with [ shape = "person" ] / count other
    let total-av-wealth-C ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "C
    ifelse av-wealth-C > total-av-wealth-C [ set outlier-house? true ] [ set outlier-house? false ]
    ifelse outlier-house? = true [ if random 100 < 60 [ set security-system true set house-ss (0.3
        [ if random 100 < 40 [ set security-system true set house-ss (0.3
    ]

]

ask houses with [ meaning-class = "D" ] [
    let av-wealth-D ( sum [ wealth ] of other turtles-here with [ shape = "person" ] / count other
    let total-av-wealth-D ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "D
    ifelse av-wealth-D > total-av-wealth-D [ set outlier-house? true ] [ set outlier-house? false ]
    ifelse outlier-house? = true [ if random 100 < 50 [ set security-system true set house-ss (0.2
        [ if random 100 < 30 [ set security-system true set house-ss (0.2
    ]

]

ask houses with [ meaning-class = "E" ] [
    let av-wealth-E ( sum [ wealth ] of other turtles-here with [ shape = "person" ] / count other
    let total-av-wealth-E ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "E
    ifelse av-wealth-E > total-av-wealth-E [ set outlier-house? true ] [ set outlier-house? false ]
    ifelse outlier-house? = true [ if random 100 < 40 [ set security-system true set house-ss (0.1
        [ if random 100 < 20 [ set security-system true set house-ss (0.1
    ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO SE A PESSOA MOSTRA OU NÃO SUA RIQUEZA
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to show-wealth
    ask turtles with [ shape = "person" and social-class = "A" ] [
        let average-wealth ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "A" ]
        let prob-show-wealth random 100
        ifelse my-wealth > average-wealth and prob-show-wealth > probab-show-wealth [ set show-wealth?
    ]

    ask turtles with [ shape = "person" and social-class = "B" ] [
        let average-wealth ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "B" ]
        let prob-show-wealth random 100
        ifelse my-wealth > average-wealth and prob-show-wealth > probab-show-wealth [ set show-wealth?
    ]

    ask turtles with [ shape = "person" and social-class = "C" ] [
        let average-wealth ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "C" ]
        let prob-show-wealth random 100
        ifelse my-wealth > average-wealth and prob-show-wealth > probab-show-wealth [ set show-wealth?
    ]

    ask turtles with [ shape = "person" and social-class = "D" ] [
        let average-wealth ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "D" ]
        let prob-show-wealth random 100
        ifelse my-wealth > average-wealth and prob-show-wealth > probab-show-wealth [ set show-wealth?
    ]

    ask turtles with [ shape = "person" and social-class = "E" ] [
        let average-wealth ( sum [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" and social-class = "E" ]
        let prob-show-wealth random 100
        ifelse my-wealth > average-wealth and prob-show-wealth > probab-show-wealth [ set show-wealth?
    ]
]
;; esses comandos levam em conta o fato de que
;; pessoas que tornam visível alguma forma de
;; riqueza têm maior chance de sofrerem assaltos
;; (visibilidade da desigualdade - Hicks & Hicks, 2014).
end

```



```

to go-back-school
  ask students [
    set education-level education-level + (1 / (360 * 24)) ;; o nível de educação dos e
    if ( hour = 9 ) [ set hidden? true set vulnerability 1 ]
    if ( hour >= 10 and hour <= 18 )
      [ move-to my-school ;; estudantes são agentes com idade entre 7
        set hidden? false ;; sair de casa e ir para a escola (definir
        set vulnerability 0 ;; chegar e permanecer na escola.
      ]

    if hour = 18 [ set hidden? true set vulnerability 1 ] ;; sair da escola e ir para casa (d
    if hour = 20 ;; chegar em casa.
      [ move-to my-home
        set hidden? false
        set vulnerability 0 ]
    ]
  end

;;;;;;;;;;;;;
;; MOVIMENTANDO DESEMPREGADOS ATIVOS E DESALENTADOS
;;;;;;;;;;;;;
to move-unemployed_
  ask unemployed_ [
    set searching-job searching-job + (1 / (360 * 24)) ;; atualizar tempo desempregado continuamente

    if searching-job <= 2 [ ;; se estiver procurando emprego há menos d
      ifelse ( hour >= 6 and hour <= 18 ) ;; o horário de deslocamento dos desemprega
        [ right random 180
          fd 2
          set vulnerability 1 ]
        [ move-to my-home
          set vulnerability 0 ]
      ]

    if searching-job > 2 [ ;; se estiver procurando emprego há mais
      ifelse ( hour >= random 24 and hour <= random 24 ) ;; nesse caso, diferente dos desempregad
        [ right random 180 ;; desalentados podem sair de casa em qu
          fd 2 ;; para saber quanto conseguiriam lucrar
          set vulnerability 1 ]
        [ move-to my-home ;; os dados de desempregados desencoraja
          set vulnerability 0 ] ;; https://www.thebalance.com/discourage
      ]
    ]
  end

;;;;;;;;;;;;;
;; MOVIMENTANDO INFRATORES
;;;;;;;;;;;;;
;; o movimento dos infratores segue a mesma estratégia aleatória dos desempregados desalentados.
to move-thieves
  ask thieves_ [
    ifelse ( hour >= random 24 and hour <= random 24 ) ;; rever esse comando (os infratores estão
      [ right random 360
        fd random 10
        set acting? true ;; sinalizar que o infrator está atuando quando está fora de
      ]
      [ move-to my-home
        set acting? false ;; sinalizar que o infrator não está atuando quando está em
      ]
    ]
  end

;;;;;;;;;;;;;
;; ESTRATÉGIA DE POLICIAMENTO
;;;;;;;;;;;;;
;; a estratégia de policiamento hot-spot seguirá essa lógica, mas precisa ser aprimorada.
to move-cops

```

```

ask cops [
  ifelse random-patrol? = true      ;; o switch define se a estratégia de policiamento será ou não
  [ right random 360 fd 2 ]
  [ ask n-of (count cops * 0.3) cops [ move-to one-of patches with [ meaning = "E" ] ] ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;  DEFININDO VARIÁVEIS DE TEMPO      ;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to time-measures
  set hour hour + 1
  if hour = 24 [ set day day + 1 set hour 0 ]           ;; atualização dos dias.
  if day = 31 [ set month month + 1 set day 1 ]         ;; atualização dos meses.
  if month = 13 [ set year year + 1                     ;; atualização dos anos.
    set yearCalendar yearCalendar + 1
    set month 1
    ask turtles with [ shape = "person" ] [ set age-years age-years + 1 ] ]
  if Clock? [set clock (word day "/" month "/" yearCalendar ":" hour) ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;  Updating Ages                      ;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to update-age
  let create-agent? false
  if num-ticks = 24 * 30 [                               ;; fazendo a conexão entre o "relógio" e a idade
    set num-ticks 0
    let old-house ""
    let old-class ""
    let old-heritage ""
    ask turtles with [ shape = "person" ] [
      set age-months age-months + 1
      if age-years > life-expectancy [
        set create-agent? true
        set old-house my-home
        set old-class social-class
        set old-heritage my-wealth
        die
      ]
      if prison-sentence > 0 [ set prison-time prison-time + 1 ]   ;; if burglar is arrested, com
    ]
    if create-agent? [
      create-unemployed_1 [
        set size 3
        move-to old-house
        set age-years 15
        set age-months 0
        set social-class old-class
        set my-wealth old-heritage
        set my-home old-house
      ]
    ]
  ]

  set num-ticks num-ticks + 1
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;  Updating studentd jobs            ;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;

to update-stud-job
  ask students [
    if age-years >= 18 [
      ifelse education-level > required-education      ;; se o estudante atinge 18 anos e seu nível
      [ set breed workers

```

```

    set color green
    set size 3
    set my-firm one-of firms
    set my-home one-of houses
  ]
  [
    set breed unemployed_           ;; como fazer os agentes seguirem todos as
    set color orange
    set size 3
  ]
]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; Houses Thefts
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to try-stole-house
ask thieves_ [
  ;1. Chooses a house
  set will-try-steal? false
  if hour = 0 [ set time-in-crime time-in-crime + 1 ]           ; compute this only here, not in t
  let hhouse-ss 0
  let house-chosen ""
  let n-houses count houses in-radius radius
  if n-houses > 0 [
    ask one-of houses in-radius radius [
      set house-chosen houses
      set hhouse-ss house-ss
    ]
  ]
  ;2. Rober evaluate the circumstances: police around and house's security system and make decisi
  set cops-around-me count cops in-radius radius
  if cops-around-me = 0 and risk-propensity > hhouse-ss [ set will-try-steal? true ]

  ;3. Stole in action, evaluate the result: a.) successfull, b.) killed in action, c.) arrested
  if will-try-steal? [
    set g-houses-attempt g-houses-attempt + 1
    set my-house-ptheft 0.1 + 0.0025 * ( time-in-crime )           ; see equation
    if my-house-ptheft > 1 [ set my-house-ptheft 1 ]               ; just to avoid
    ifelse my-house-ptheft > prob-arrest                           ; and my-house-ptheft > house-ss ; if he is suc
    [ set wealth wealth + theft-profit
      set n-houses-thefts n-houses-thefts + 1
      set g-houses-thefts g-houses-thefts + 1
      set will-try-steal? false
      ask house-chosen [ set stolen? 1 set color white ]
    ]
    [ ; if not successfull then evaluate if he will be killed or arrested
      ifelse my-house-ptheft < prob-killed ; he will be killed
      [ set will-try-steal? false
        set breed students           ;; novo-individuo - Porque nasce um estudante em seu lugar?(Basili
        set color green
        set viol-deaths viol-deaths + 1
        set g-avoided-thefts g-avoided-thefts + 1
        set age-years 6
        set age-months 0
        set my-school one-of schools
      ]
      [ set breed prisoners           ;; otherwise he will be arrested
        set color magenta
        set g-avoided-thefts g-avoided-thefts + 1
        set prison-sentence random max-prison-sentence
        set new-arrests new-arrests + 1 move-to one-of prisons
        set will-try-steal? false
      ]
    ]
  ]
]
end

```



```

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; Persons Thefts
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to try-stole-person
ask thieves_ [
  let max-wealth 0
  let max-agent max-n-of 10 workers [ my-wealth ]
  ask max-agent [ set max-wealth my-wealth ]
  set relative-wealth max-wealth / my-wealth
  set my-person-ptheft 1 / (1 + exp( - ( relative-wealth - 50) / 15))      ;; see simulation o
  if my-person-ptheft > prob-steal [                                       ;; if it successful
    set g-persons-attempt g-persons-attempt + 1
    set my-person-ptheft-suc 1 / (1 + exp( - ( time-in-crime - 240) / 50))  ;; see simulation o
    if my-person-ptheft-suc > prob-arrest [                                ;; prob to have suc
      if random-float 1 < ((1 - cops-efficiency)) [                      ;; check cops' effi
        set wealth wealth + theft-profit
        set n-persons-thefts n-persons-thefts + 1
        set g-persons-thefts g-persons-thefts + 1
        set thefts-time thefts-time + 1
        set new-theft? true ]
      ]
    ]
  ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; ATUALIZANDO ESTATÍSTICAS DE ROUBO DE RESIDÊNCIAS
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to update-cops-efficiency
if hour = 0 [
  if g-houses-thefts != 0 [ set cops-efficiency (g-avoided-thefts / g-houses-thefts) ]
  set g-avoided-thefts 0
  set g-houses-thefts 0
]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; Updating Frustration and test to became a thief
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to define-frustration
; if ( hour < 8 ) [
ask turtles with [ shape = "person" and breed != cops ] [
  let richer-than-me count turtles with [ shape = "person" and show-wealth? = true and wealth > [
  let num-neighbor count turtles with [ shape = "person" ] in-radius indiv-radius
  ; if richer-than-me != 0 [
  set frustration-level (richer-than-me / num-neighbor)
  set risk-propensity (0.5 * frustration-level)      ;; revisar esse calculo; usar uma equação
  if frustration-level > 1 - random-float 0.4 [      ;; became a thief
    set breed thieves_
    set time-in-crime 1
    set color yellow
    set size 3
    setxy random-xcor random-ycor
    set caught? false                                ;; inicialmente, todos os infratores recebem a
    set will-try-steal? false                        ;; inicialmente, todos os infratores recebem a
    set prison-sentence 0                            ;; sentença de prisão inicial para cada infrato
    set time-in-crime 1                              ;; consider he has lived 30 days in the crime's
    set risk-propensity random-float 1
  ]
]
end

to freedom-thieves
ask thieves_ with [ caught? = true ] [
  let prison-in-month prison-time / (24 * 30)
  if prison-in-month >= prison-sentence ;; thieves was put in freedom
  [ set caught? false

```

```

        set prison-sentence 0
        set prison-time 0
        set time-in-crime 0
    ; set breed unemployed_
    ; de acordo com o Bureau of Justice Statistics dos EUA, em 2005, cerca de 44% dos presos do país
    ; reincidiam na atividade criminosa no primeiro ano após deixar a prisão
    let recidivism random 100
    let recid-tax 44
    ifelse recidivism < recid-tax
        [ set breed unemployed_ ]
        [ set breed workers ]
    move-to my-home
    ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; Updating Agents' Wealth
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to update-income
    if hour = 0 [
        ask turtles with [ shape = "person" ] [if breed != cops [ set wealth wealth - life-cost ] ]
    ]
end

to update-wealth
    if wealth-ticks = 24 * 30 [
        set wealth-ticks 0
        ask workers [
            set wealth wealth + income
            set income 0
        ]
    ]
    set wealth-ticks wealth-ticks + 1
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; GINI Index
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
to update-gini-lorenz
    let num-people count turtles with [ shape = "person" ]
    let sorted-wealths sort [ wealth ] of turtles with [ shape = "person" ]
    let total-wealth sum sorted-wealths
    let wealth-sum-so-far 0
    let index-g 0
    set gini-index-reserve 0
    set lorenz-points [ ]

    ;; now actually plot the Lorenz curve -- along the way, we also calculate the Gini index.
    ;; (see the Info tab for a description of the curve and measure)
    repeat num-people [
        set wealth-sum-so-far ( wealth-sum-so-far + item index-g sorted-wealths )
        set lorenz-points lput ( ( wealth-sum-so-far / total-wealth ) * 100 ) lorenz-points
        set index-g ( index-g + 1 )
        set gini-index-reserve gini-index-reserve + ( index-g / num-people ) - ( wealth-sum-so-far / to
    ]
end

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; DEFININDO ESTATÍSTICAS DE EMPREGO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;; na verdade, deveria ser 8760, pois, de acordo com Okun, se a taxa de crescimento do PIB
;; durante um ano for de 2%, no final desse ano a taxa de desemprego cairá 1 ponto percentual
to okun-update
    if turn-growth? = true and day = 1 [
        ask firms [set available-jobs available-jobs * (1 + 0.5 * (economic-growth / 100) )]
    ]
end

```

```

;to update-jobs
; ask firms [                                     ;; comandos utilizados para atualizar as vagas de emp
;   if day = 1 [
;     set initial-jobs count workers-here      ;; ocorra crescimento econômico, uma quantidade aleat
;     set jobs initial-jobs
;     set label jobs                            ;; mostrar quantos trabalhadores estão empregados na firma em ques
;   ]
; ]
; if growth? = true [
;   ask one-of firms [
;     set jobs jobs + random 20
;     set label jobs
;     set available-jobs 0.5 * economic-growth] ]
;end

;; first compute vacancy and number of unemployed at disposal to firm
to distribute-jobs2
  let n-firms count firms
  let n-unemployed count unemployed_ with [education-level >= required-education ]
  set n-unemployed int( n-unemployed / 2 )    ;; only half of unemployed will look for a job durin
  let n-workers-by-firm int(n-unemployed / n-firms)
  if n-workers-by-firm > 0 [
    let i 1
    while [i <= n-firms][
      let n-vacancy 0
      let actual-firm one-of firms
      ask actual-firm [
        let n-available-jobs available-jobs
        let n-current-jobs current-jobs
        set n-vacancy (n-available-jobs - n-current-jobs)
        let n-workers-to-hire 0
        ifelse (n-vacancy > n-workers-by-firm )
          [ set n-workers-to-hire n-workers-by-firm ]
          [ set n-workers-to-hire n-vacancy]
        ask n-of n-workers-to-hire unemployed_ [
          set breed workers
          set color green
          set my-firm actual-firm
        ]
        set current-jobs current-jobs + n-workers-to-hire
      ]
      set i i + 1
    ]
  ]
end

to distribute-jobs
  ask firms [
    let current-firm who
    if available-jobs > current-jobs [
      ask unemployed_ with [ education-level >= required-education ] [
        set breed workers
        set my-firm one-of current-firm
        set hired hired + 1
        ask firm my-firm [ set current-jobs current-jobs + 1 ]
      ]
    ]
  ]
end

```